

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Atsushi TOGAWA  
International Application No.: PCT/JP2004/006608  
International Filing Date: May 11, 2004  
For: INFORMATION PROCESSING APPARATUS,  
PROCESS CONTROL METHOD, AND COMPUTER  
PROGRAM

745 Fifth Avenue  
New York, NY 10151

**EXPRESS MAIL**

Mailing Label Number: EV375020302US

Date of Deposit: February 1, 2005

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" Service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Barnet Shindlerman  
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

[Signature]  
(Signature of person mailing paper or fee)

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 37 C.F.R. § 1.78(a)(2)**

Mail Stop PCT  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. 119, this application is entitled to a claim of priority to Japan  
Application No. 2003-157565 filed 03 June 2003.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP  
Attorneys for Applicant

By: [Signature]  
William S. Frommer  
Reg. No. 25,506  
Tel. (212) 588-0800

**BEST AVAILABLE COPY**

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11.5.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 6月 3日

出願番号  
Application Number: 特願 2003-157565

[ST. 10/C]: [JP 2003-157565]

出願人  
Applicant(s): ソニー株式会社

REC'D 01 JUL 2004

WIPO

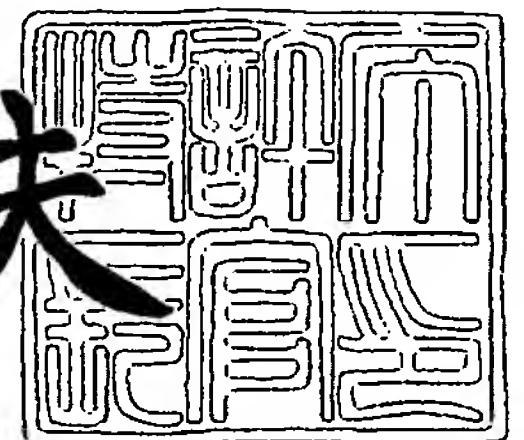
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2004-3050387

【書類名】 特許願

【整理番号】 0390414103

【提出日】 平成15年 6月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 9/46

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 戸川 敦之

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093241

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮田 正昭

【電話番号】 03-5541-7577

【選任した代理人】

【識別番号】 100101801

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 英治

【電話番号】 03-5541-7577

【選任した代理人】

【識別番号】 100086531

【弁理士】

【氏名又は名称】 澤田 俊夫

【電話番号】 03-5541-7577

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048747

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904833

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報処理装置、プロセス制御方法、並びにコンピュータ・プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のオペレーティングシステム（OS）を格納した記憶部と、

前記複数の OS に基づく処理を実行するプロセッサと、

前記複数の OS 各々の処理として規定されるパーティションを時間軸に沿ってスケジューリングし、スケジューリングに沿ったパーティション切り替え制御に基づいて前記複数 OS の切り換え制御を実行するプロセス管理手段とを有する情報処理装置であり、

前記プロセス管理手段は、

割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定し、パーティションスケジュールにおいて予定された 1 つのパーティションの終了に続く処理として前記 OS のいずれかにおいて割り込み処理を実行させるプロセス制御を行う構成を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記プロセス管理手段は、

前記割り込み処理パーティションを、割り込み要求発生後の最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記プロセス管理手段は、

割り込み処理要求が最大許容遅延時間の設定された要求であり、割り込み処理要求の発生から最大許容遅延時間以内に、予め設定されたパーティション切り替えタイミングがない場合は、実行中のパーティションを中断し、割り込み処理を実行させるプロセス制御を行う構成を有することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

**【請求項 4】**

前記複数の OS に基づく処理を実行するプロセッサは並列に動作可能な複数のプロセッサを有する構成であり、

前記プロセス管理手段は、

前記複数のプロセッサの各々について、前記パーティションを時間軸に沿ってスケジューリングし、各プロセッサについてのパーティションスケジュールに沿ったパーティション切り替え制御を実行する構成であり、

前記割り込み処理パーティションを、前記複数のプロセッサに対応する複数のパーティションスケジュールの 1 つを選択し、該選択したパーティションスケジュール中のパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

**【請求項 5】**

前記プロセス管理手段は、

複数のパーティションスケジュール中、割り込み要求発生後、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングを持つパーティションスケジュールを選択し、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理装置。

**【請求項 6】**

前記プロセス管理手段は、

割り込み処理要求が最小許容遅延時間の設定された要求である場合において、割り込み処理要求の発生から最小許容遅延時間以後に発生する予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

**【請求項 7】**

前記プロセス管理手段は、

割り込み処理要求に対応する割り込み処理が予め設定されたパーティションスケジュールに規定されたスケジュール済みパーティションにおいて実行可能であ

る場合において、該割り込み処理を前記スケジュール済みパーティションにおいて実行させる処理を行う構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記複数の OS に基づく処理を実行するプロセッサは並列に動作可能な複数のプロセッサを有する構成であり、

前記プロセス管理手段は、

各プロセッサに対応するプロセス制御を実行するプロセッサ対応のパーティション切り替えモジュールを有する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

前記パーティション切り替えモジュールは、

パーティション切り替えモジュールの対応付けられたプロセッサの処理可能な割り込み要求発生源情報としての割り込みグループ情報を有するとともに、割り込みグループ毎に設定された割り込み要求待ち行列として設定される複数の割り込みグループ別保留キューから前記割り込みグループ情報によって判別されるプロセッサによって処理可能なグループに対応する保留キューに格納された割り込み要求のエントリに関する処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 8 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

複数のオペレーティングシステム（OS）に基づく処理を切り替え制御するプロセス制御方法であり、

割り込み処理要求の発生を検出するステップと、

前記割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する割り込み処理パーティション設定ステップと、

前記割り込み処理パーティション設定情報に従って、パーティションスケジュールにおいて予定された 1 つのパーティションの終了に続く処理として前記 OS のいずれかにおいて割り込み処理を実行する割り込み処理実行ステップと、



を有することを特徴とするプロセス制御方法。

**【請求項 1 1】**

前記割り込み処理パーティション設定ステップは、

前記割り込み処理パーティションを、割り込み要求発生後の最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する処理を実行することを特徴とする請求項 1 0 に記載のプロセス制御方法。

**【請求項 1 2】**

前記割り込み処理パーティション設定ステップは、

割り込み処理要求が最大許容遅延時間の設定された要求であり、割り込み処理要求の発生から最大許容遅延時間以内に、予め設定されたパーティション切り替えタイミングがない場合は、実行中のパーティションを中断し、中断部に割り込み処理パーティションを設定することを特徴とする請求項 1 0 に記載のプロセス制御方法。

**【請求項 1 3】**

前記プロセス制御方法は、さらに、

前記複数の OS に基づく処理を実行する複数のプロセッサの各々について、前記パーティションを時間軸に沿ってスケジューリングし、各プロセッサについてのパーティションスケジュールに沿ったパーティション切り替え制御を実行するステップを有し、

前記割り込み処理パーティション設定ステップは、

前記複数のプロセッサに対応する複数のパーティションスケジュールの 1 つを選択し、該選択したパーティションスケジュール中のパーティション切り替えタイミングに一致させて割り込み処理パーティションを設定することを特徴とする請求項 1 0 に記載のプロセス制御方法。

**【請求項 1 4】**

前記割り込み処理パーティション設定ステップは、

複数のパーティションスケジュール中、割り込み要求発生後、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングを持つパーティションスケジュールを選択し、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて



前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行することを特徴とする請求項 1 3 に記載のプロセス制御方法。

**【請求項 1 5】**

前記割り込み処理パーティション設定ステップは、

割り込み処理要求が最小許容遅延時間の設定された要求である場合において、割り込み処理要求の発生から最小許容遅延時間以後に発生する予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 1 0 に記載のプロセス制御方法。

**【請求項 1 6】**

前記プロセス制御方法は、さらに、

割り込み処理要求に対応する割り込み処理が予め設定されたパーティションスケジュールに規定されたスケジュール済みパーティションにおいて実行可能である場合において、該割り込み処理を前記スケジュール済みパーティションにおいて実行させるステップを有することを特徴とする請求項 1 0 に記載のプロセス制御方法。

**【請求項 1 7】**

複数のオペレーティングシステム（OS）に基づく処理を切り替え制御するプロセス制御を実行するコンピュータ・プログラムであり、

割り込み処理要求の発生を検出するステップと、

前記割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する割り込み処理パーティション設定ステップと、

前記割り込み処理パーティション設定情報に従って、パーティションスケジュールにおいて予定された 1 つのパーティションの終了に続く処理として前記 OS のいずれかにおいて割り込み処理を実行する割り込み処理実行ステップと、

を有することを特徴とするコンピュータ・プログラム。

**【発明の詳細な説明】**

**【0 0 0 1】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、情報処理装置、プロセス制御方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。詳細には、割り込み要求処理の実行タイミングの管理により最適なデータ処理を実現する情報処理装置、プロセス制御方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

一般に、コンピュータ・システムは、周辺ハードウェアにおいてソフトウェアの介在が必要な事象が発生した際に、割り込み要求をプロセッサに送出することによって、その時点で実行されていたプログラムの実行を中断し、割り込み処理プログラムを起動する機構を有する。

**【0003】**

一方、近年のプロセッサは、例えば以下の a～c の機構を採用することによってその性能を飛躍的に高めている。すなわち、

- a. キャッシュメモリ
- b. 多数のレジスタ
- c. 分岐予測機構

ところが、これらの機構は、割り込み処理のように、あらかじめ予測できない時点に制御の流れが変化する処理に対する性能が相対的に低い。

**【0004】**

一方、いわゆるギガビットイーサネット（登録商標）などのように例えば 12  $\mu$ sec 毎の割り込みが発生し得る高速な通信機構では、高頻度の割り込み要求が発生する。例えば、1 Gbps の通信速度で 1500 バイトのパケットを受信した場合、12 マイクロ秒毎に 1 パケットを受信することになる。パケット受信毎に割り込みが発生するという一般的なハードウェア構成を採用した場合、12 マイクロ秒ごとに割り込み処理を行う必要が生じることになる。

**【0005】**

また、セットトップボックスなどのように、内部に多数の割り込み要求発生源を格納する必要があるシステムにおいても、割り込み処理に費やされる時間が全

処理時間に占める割合が高くなる傾向がある。

【 0 0 0 6 】

仮に、割り込み要求発生間隔が予測可能であれば、オペレーティングシステムによるタイマデバイスのポーリングによって、この問題を解決することが可能である。この構成については、例えば非特許文献 1 に記載されている。

【 0 0 0 7 】

しかし、あらかじめ割り込み要求発生間隔が予測できない割り込み発生源では、このような手法を適用することができない。割り込みの発生頻度の増加によるオーバヘッド増大という問題は、個々のオペレーティングシステム（OS）の問題を引き起こすばかりでなく、複数の OS を一つのシステム上で同時に動作させるための OS スケジューリングを実行するパーティション管理ソフトウェアにおいても重大な問題となる。

【 0 0 0 8 】

1 つのシステム上に複数の OS を搭載した場合、各 OS の実行する処理は、システムで共通のハードウェア、すなわち CPU やメモリ等を利用することになるため、各 OS の実行処理を時系列に順次切り替えて実行することが必要となる。このような OS スケジューリングを実行するのがパーティション管理ソフトウェアである。パーティションは各 OS に対応する処理である。

【 0 0 0 9 】

例えば 1 つのシステムに OS (  $\alpha$  ) と OS (  $\beta$  ) の 2 つのオペレーティングシステムが並存する場合、OS (  $\alpha$  ) の処理をパーティション A とし、OS (  $\beta$  ) の処理をパーティション B とすると、パーティション管理ソフトウェアは、パーティション A とパーティション B の実行スケジュールを決定し、決定したスケジュールに基づいて、各 OS における処理を実行する。

【 0 0 1 0 】

このように複数 OS を一つのシステム上で動作させる環境において、ある割り込み処理が特定のパーティションで動作している OS (  $\alpha$  ) のみにおいて実行可能である場合、割り込み要求発生時点で動作しているパーティションが割り込み処理に適応しない OS (  $\beta$  ) のパーティション ( B ) である場合は、パーティシ

ョン (B) の処理を中断し、OS ( $\alpha$ ) を適用して割り込み処理を実行し、割り込み処理の実行後にパーティション (B) の処理を再開するといった処理が行われる。このように割り込み要求の処理には、パーティション切り替えが頻繁に行われることになる。

#### 【0 0 1 1】

また、従来のパーティション管理方式として、割込みの発生とは無関係に管理下の各 OS に対応するパーティションの実行タイミングを定める構成としたものもある。このような方式では、割り込み要求が発生した場合、予めスケジュール済みの管理下 OS に対応するパーティションを変更せずに割り込み要求に対応するパーティションの設定を行うことになる。既にスケジュール設定済みのパーティションが長期間にわたって存在する場合なには、割り込み要求の処理の実行開始までに長時間の待機を要する場合があった。

#### 【0 0 1 2】

このように、管理下の OS の処理 (パーティション) を優先し、割り込み要求の処理を管理下の OS の処理 (パーティション) の空き時間まで待機して実行する従来型のパーティション管理方式では、応答時間に対する要求が厳しい割り込み要求発生源が存在する場合には、適切な割り込み要求処理が実行されず、通信エラーなどのデータ処理エラーを引き起こす可能性があった。

#### 【0 0 1 3】

##### 【非特許文献 1】

Mohit Aron and Peter Druschel, Soft Timers: Efficient Microsecond Software Timer Support for Network Processing, ACM Transactions on Computer Systems, Vol. 18, No. 3, August 2000

#### 【0 0 1 4】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述の従来技術における問題点に鑑みてなされたものであり、複数 OS が搭載され、パーティション管理により各 OS の処理が実行されるシステムにおいて、割り込み要求に応じて最適な処理タイミングを決定して実行することで、割り込み要求に対する処理に基づくオーバヘッド増大を防止してシステム全

体の効率的な処理を実現するとともに、割り込み要求に対する許容時間を越える待機等に基づく処理エラーの発生を防止した情報処理装置、プロセス制御方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することを目的とする。

#### 【0 0 1 5】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の側面は、

複数のオペレーティングシステム（OS）を格納した記憶部と、

前記複数の OS に基づく処理を実行するプロセッサと、

前記複数の OS 各々の処理として規定されるパーティションを時間軸に沿ってスケジューリングし、スケジューリングに沿ったパーティション切り替え制御に基づいて前記複数 OS の切り換え制御を実行するプロセス管理手段とを有する情報処理装置であり、

前記プロセス管理手段は、

割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定し、パーティションスケジュールにおいて予定された 1 つのパーティションの終了に続く処理として前記 OS のいずれかにおいて割り込み処理を実行させるプロセス制御を行う構成を有することを特徴とする情報処理装置にある。

#### 【0 0 1 6】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記プロセス管理手段は、前記割り込み処理パーティションを、割り込み要求発生後の最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する処理を実行する構成であることを特徴とする。

#### 【0 0 1 7】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記プロセス管理手段は、割り込み処理要求が最大許容遅延時間の設定された要求であり、割り込み処理要求の発生から最大許容遅延時間以内に、予め設定されたパーティション切り替えタイミングがない場合は、実行中のパーティションを中断し、割り込み処理を実行させるプロセス制御を行う構成を有することを特徴とする。



## 【0018】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記複数のOSに基づく処理を実行するプロセッサは並列に動作可能な複数のプロセッサを有する構成であり、前記プロセス管理手段は、前記複数のプロセッサの各々について、前記パーティションを時間軸に沿ってスケジューリングし、各プロセッサについてのパーティションスケジュールに沿ったパーティション切り替え制御を実行する構成であり、前記割り込み処理パーティションを、前記複数のプロセッサに対応する複数のパーティションスケジュールの1つを選択し、該選択したパーティションスケジュール中のパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する処理を実行する構成であることを特徴とする。

## 【0019】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記プロセス管理手段は、複数のパーティションスケジュール中、割り込み要求発生後、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングを持つパーティションスケジュールを選択し、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行する構成であることを特徴とする。

## 【0020】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記プロセス管理手段は、割り込み処理要求が最小許容遅延時間の設定された要求である場合において、割り込み処理要求の発生から最小許容遅延時間以後に発生する予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行する構成であることを特徴とする。

## 【0021】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記プロセス管理手段は、割り込み処理要求に対応する割り込み処理が予め設定されたパーティションスケジュールに規定されたスケジュール済みパーティションにおいて実行可能である場合において、該割り込み処理を前記スケジュール済みパーティションにおいて実行させる処理を行う構成であることを特徴とする。



## 【 0 0 2 2 】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記複数の OS に基づく処理を実行するプロセッサは並列に動作可能な複数のプロセッサを有する構成であり、前記プロセス管理手段は、各プロセッサに対応するプロセス制御を実行するプロセッサ対応のパーティション切り替えモジュールを有する構成であることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

さらに、本発明の情報処理装置の一実施態様において、前記パーティション切り替えモジュールは、パーティション切り替えモジュールの対応付けられたプロセッサの処理可能な割り込み要求発生源情報としての割り込みグループ情報を有するとともに、割り込みグループ毎に設定された割り込み要求待ち行列として設定される複数の割り込みグループ別保留キューから前記割り込みグループ情報によって判別されるプロセッサによって処理可能なグループに対応する保留キューに格納された割り込み要求のエントリに関する処理を実行する構成であることを特徴とする。

## 【 0 0 2 4 】

さらに、本発明の第 2 の側面は、

複数のオペレーティングシステム（OS）に基づく処理を切り替え制御するプロセス制御方法であり、

割り込み処理要求の発生を検出するステップと、

前記割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する割り込み処理パーティション設定ステップと、

前記割り込み処理パーティション設定情報に従って、パーティションスケジュールにおいて予定された 1 つのパーティションの終了に続く処理として前記 OS のいずれかにおいて割り込み処理を実行する割り込み処理実行ステップと、

を有することを特徴とするプロセス制御方法にある。

## 【 0 0 2 5 】

さらに、本発明のプロセス制御方法の一実施態様において、前記割り込み処理

パーティション設定ステップは、前記割り込み処理パーティションを、割り込み要求発生後の最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する処理を実行することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 6 】

さらに、本発明のプロセス制御方法の一実施態様において、前記割り込み処理パーティション設定ステップは、割り込み処理要求が最大許容遅延時間の設定された要求であり、割り込み処理要求の発生から最大許容遅延時間以内に、予め設定されたパーティション切り替えタイミングがない場合は、実行中のパーティションを中断し、中断部に割り込み処理パーティションを設定することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 7 】

さらに、本発明のプロセス制御方法の一実施態様において、前記プロセス制御方法は、さらに、前記複数の OS に基づく処理を実行する複数のプロセッサの各々について、前記パーティションを時間軸に沿ってスケジューリングし、各プロセッサについてのパーティションスケジュールに沿ったパーティション切り替え制御を実行するステップを有し、前記割り込み処理パーティション設定ステップは、前記複数のプロセッサに対応する複数のパーティションスケジュールの 1 つを選択し、該選択したパーティションスケジュール中のパーティション切り替えタイミングに一致させて割り込み処理パーティションを設定することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 8 】

さらに、本発明のプロセス制御方法の一実施態様において、前記割り込み処理パーティション設定ステップは、複数のパーティションスケジュール中、割り込み要求発生後、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングを持つパーティションスケジュールを選択し、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 9 】

さらに、本発明のプロセス制御方法の一実施態様において、前記割り込み処理

パーティション設定ステップは、割り込み処理要求が最小許容遅延時間の設定された要求である場合において、割り込み処理要求の発生から最小許容遅延時間以後に発生する予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて前記割り込み処理パーティションを設定する処理を実行する構成であることを特徴とする。

#### 【0030】

さらに、本発明のプロセス制御方法の一実施態様において、前記プロセス制御方法は、さらに、割り込み処理要求に対応する割り込み処理が予め設定されたパーティションスケジュールに規定されたスケジュール済みパーティションにおいて実行可能である場合において、該割り込み処理を前記スケジュール済みパーティションにおいて実行させるステップを有することを特徴とする。

#### 【0031】

さらに、本発明の第3の側面は、  
複数のオペレーティングシステム（OS）に基づく処理を切り替え制御するプロセス制御を実行するコンピュータ・プログラムであり、  
割り込み処理要求の発生を検出するステップと、  
前記割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する割り込み処理パーティション設定ステップと、  
前記割り込み処理パーティション設定情報に従って、パーティションスケジュールにおいて予定された1つのパーティションの終了に続く処理として前記OSのいずれかにおいて割り込み処理を実行する割り込み処理実行ステップと、  
を有することを特徴とするコンピュータ・プログラムにある。

#### 【0032】

##### 【作用】

本発明の構成によれば、複数のオペレーティングシステム（OS）に基づく処理を切り替え制御するプロセス制御において、割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する構成としたので、割り込み

要求に対応するパーティション切り替え処理の増加を1回のみに抑えることが可能となり、処理負荷の増大を防止し、効率的なデータ処理を実行することが可能となる。

#### 【0033】

さらに、本発明の構成によれば、割り込み処理要求に、最大許容遅延時間、あるいは最小許容遅延時間が設定されている場合、これらの許容時間内にパーティション切り替えが発生した場合は、その切り替えタイミングに割り込み処理パーティションを設定し、これらの許容時間内にパーティション切り替えが発生しなかった場合は、強制割り込みを行うなど、各割り込み要求に対応した処理を実行する構成であるので、処理エラーを発生させることない構成が実現される。

#### 【0034】

さらに、本発明の構成によれば、マルチプロセッサシステムにおいて複数OSによる処理が並列に実行可能な構成では、複数のプロセッサに対応する複数のパーティションスケジュールの1つを選択し、選択したパーティションスケジュール中のパーティション切り替えタイミングに一致させて割り込み処理パーティションを設定する構成としたので、複数のパーティションスケジュール中、割り込み要求発生後、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに割り込み要求を実行させることが可能となり、さらに効率的なデータ処理が可能となる。

#### 【0035】

なお、本発明のコンピュータ・プログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体、例えば、CDやDVD、MOなどの記憶媒体、あるいは、ネットワークなどの通信媒体によって提供可能なコンピュータ・プログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、コンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

#### 【0036】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。なお、本明細書に

においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

### 【0037】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の情報処理装置、プロセス制御方法、並びにコンピュータ・プログラムの詳細について説明する。なお、説明は、以下の項目順に行う。

1. 本発明におけるプロセス管理の概要
2. 割り込み要求に対する処理例 1
3. 割り込み要求に対する処理例 2
4. マルチプロセッサシステムにおける処理
5. 最小遅延時間の設定された割り込み要求処理
6. 規定スケジュールを利用した割り込み要求処理
7. プロセス管理手段の構成
8. 割り込み処理の設定および実行シーケンス
9. 情報処理装置のハード構成例

### 【0038】

#### [1. 本発明におけるプロセス管理の概要]

まず、図1を参照して本発明の情報処理装置、プロセス制御方法の概要について説明する。図1は、本発明の情報処理装置、プロセス制御方法において適用するオペレーティングシステム(OS)の構成を説明する図である。

### 【0039】

本発明の情報処理装置、プロセス制御方法において適用するオペレーティングシステム(OS)は、図1に示すように、レベル0のレベル0-OS(0)102上に複数のレベル1-OS(1 $\alpha$ )(1 $\beta$ )(1 $\gamma$ )103が設定された構成を持つ。様々な具体的処理プログラムとしてのアプリケーション104は、レベル1-OS103上に設定され、レベル1-OS103のいずれかのOSに対応付けられて動作する。なお、図1にはレベル1-OS103を3つ示してあるが、これは一例であり、本発明は2つ以上の任意の数の複数OSを持つシステム、いわゆるマルチOSシステムにおいて適用可能である。これらのOSは、情報処



理装置の記憶部に格納され、プロセッサにおいて実行される。

【0040】

なお、以下の説明において、OS (1)、OS (1 $\alpha$ )、OS (1 $\beta$ )・・・はレベル1のOSを意味し、OS (0)はレベル0のOSを意味するものとする。

【0041】

ハードウェア (HW) 101は、各OSにおいて共通に利用されるプロセッサ (CPU)、メモリなどのハードウェアである。

【0042】

レベル0のOS (0) 102は、レベル1のOS (1) 103、すなわち本例ではOS (1 $\alpha$ )、OS (1 $\beta$ )、OS (1 $\gamma$ )の3つのOS (1)の実行する処理に関するスケジューリングを実行する。レベル0のOS (0) 102は、レベル1の各OS (1)に対応する処理をパーティションという区切りで時系列にスケジューリングする。

【0043】

図2にパーティションに基づくスケジューリング例を示す。図2 (a)は、レベル1のOS (1)の処理に適用可能なプロセッサが1つの単一プロセッサシステムの構成におけるパーティションスケジューリングの設定例である。

【0044】

レベル1のOS (1)の処理に適用可能なプロセッサが1つの単一プロセッサシステムにおいては、レベル1のOS (1)であるOS (1 $\alpha$ )、OS (1 $\beta$ )、OS (1 $\gamma$ )は並列に処理を実行することができないため、各OS (1)における処理は、単一の時系列処理としてスケジューリングされる。

【0045】

図2 (a)に示す例では、時間  $t_0 \sim t_1$  においてOS (1 $\alpha$ )による処理、すなわちパーティションAを実行し、時間  $t_1 \sim t_2$  においてOS (1 $\beta$ )による処理、すなわちパーティションBを実行し、時間  $t_2 \sim t_3$  においてOS (1 $\gamma$ )による処理、すなわちパーティションCを実行する。以下、時間軸に沿って各OSの処理が実行されることになる。

【0046】



図2 (b) は、レベル1 OS の処理に適用可能なプロセッサが2つの複数プロセッサシステムの構成におけるパーティションスケジュールの設定例である。

#### 【0047】

レベル1 OS の処理に適用可能なプロセッサが複数ある場合、レベル1 の OS である OS (1 $\alpha$ )、OS (1 $\beta$ )、OS (1 $\gamma$ ) は、プロセッサ数に応じて並列に処理を実行することができる。従って、レベル0 の OS (0) は、プロセッサ数に応じた複数の時系列処理としてレベル1 の OS (1) の実行処理をスケジューリングする。

#### 【0048】

図2 (b) に示す例では、プロセッサ1において、時間  $t_{10}$  ~  $t_{11}$  において OS (1 $\alpha$ ) による処理、すなわちパーティションAを実行し、時間  $t_{11}$  ~  $t_{12}$  において OS ( $\beta$ ) による処理、すなわちパーティションBを実行する。一方、プロセッサ2において、時間  $t_{20}$  ~  $t_{21}$  において OS (1 $\beta$ ) による処理、すなわちパーティションBを実行し、時間  $t_{21}$  ~  $t_{22}$  において OS (1 $\gamma$ ) による処理、すなわちパーティションCを実行する。

#### 【0049】

##### [2. 割り込み要求に対する処理例1]

次に、割り込み要求が発生した場合の、パーティション管理について説明する。割り込み処理要求が発生した場合、プロセス管理手段としてのレベル0 の OS (0) 102 は、その割り込み処理をどのタイミングでどのレベル1 の OS (1) によって実行させるかを決定する処理を実行する。すなわち、プロセス管理手段としてのレベル0 の OS (0) 102 は割り込み要求に対応する割り込み処理の実行期間としての割り込み処理パーティションの設定処理を行う。

#### 【0050】

レベル1 の OS (1) は、割り込み処理パーティションの設定がなされた場合は、その設定されたパーティションスケジュールに従った処理を行うことになる。

#### 【0051】

プロセッサの数が1つであるか、または、割り込み処理に関してプロセッサが

互いに独立であるシステム、すなわち単一プロセッサシステムにおける割り込み要求のスケジューリング例について図3を用いて説明する。

#### 【0052】

図3に示す割り込み要求のスケジューリング例は、割り込み要求発生時に実行中のパーティションのOS ( $1\alpha$ ) によって割り込み要求が処理できない場合、実行中のパーティションの終了時まで待機し、実行中のパーティションの終了後に割り込み要求を処理できるOS ( $1x$ ) ( $x \neq \alpha$ ) の割り込みパーティションを設定した例である。図3(a)は割り込みが発生していない時のスケジューリングである。

#### 【0053】

図3(b)は、OS ( $1\alpha$ ) による処理であるパーティションAの実行期間中に割り込み要求が発生し、この割り込み要求がOS ( $1\alpha$ ) では実行できず、他のOS ( $1x$ ) ( $x \neq \alpha$ ) によって実行可能である場合に、予めスケジュール済みのパーティション切り替え時まで割り込み要求の処理実行を待機する。割り込み要求に対する処理の実行後に、パーティションBの処理を実行する。

#### 【0054】

図3(b)に示すように、割り込み要求201は、OS ( $1\alpha$ ) による処理であるパーティションAの実行期間中に発生しているが、レベル0のOS (0) は、割り込み要求201の処理の開始をパーティションAの実行終了まで遅らせる。

#### 【0055】

すなわち、割り込み要求201の発生後、時間Td経過後のパーティションAの終了時間まで待機し、割り込み要求に対応する処理である割り込み処理パーティションを設定する。この遅延時間Tdは、割り込みが発生していない時に予定されているパーティションスケジュールにおいて、パーティションAから他のパーティションへの切り替えが発生するタイミングまでの時間である。本実施例においては、割り込み処理パーティションを、割り込み要求発生後の最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する。

#### 【0056】

上述の割り込み要求に対するスケジューリング処理は、従来の方式と比較すると、パーティションの切り替え回数を減少させるという効果がある。

#### 【0057】

割り込み要求発生直後に割り込み処理パーティションを即座に起動する従来型の割り込み要求処理例を図4に示す。

#### 【0058】

図4に示す処理例は、図3に示すと同様のタイミングで割り込み要求が発生した場合の処理例である。図4(a)は割り込みが発生していない時のスケジューリングである。

#### 【0059】

図4(b)は、OS(1 $\alpha$ )による処理であるパーティションAの実行期間中に割り込み要求211が発生し、この割り込み要求がOS(1 $\alpha$ )では実行できず、他のOS(1 $x$ )( $x \neq \alpha$ )によって実行可能である場合、割り込み要求発生直後に割り込み処理パーティション212を即座に起動する。

#### 【0060】

図4(b)に示すように、割り込み要求211は、OS(1 $\alpha$ )による処理であるパーティションAの実行期間中に発生し、直後に割り込み処理パーティション212が設定される。

#### 【0061】

この時点で、パーティションAは中断され、割り込み処理パーティション212の前後において2つのパーティションA221、パーティションA222によって実行することになる。この結果、パーティションA221から割り込み処理パーティション212へのパーティション切り替え、割り込み処理パーティション212からパーティションA222へのパーティション切り替えが必要となり、割り込み処理実行のために増加するパーティション切り替え回数が2回となる。

#### 【0062】

図3に示す例では、パーティションAの終了後に割り込み処理パーティションを実行するのみであるので、割り込み処理実行のために増加するパーティション

切り替え回数は1回のみである。このように、割り込み処理を遅らせることによってパーティション切り替え回数を1回減少させる効果が得られる。

#### 【0063】

もう1つの効果は、命令実行効率の向上である。図4において、分断された2つのパーティションA221、パーティションA222に設定される時間は、それぞれT1、T2となり、 $T1 + T2$ は、割り込み処理が無い場合に設定されていた時間Tに等しくなる。すなわち $T = T1 + T2$ である。

#### 【0064】

しかし、期間Tの長さが期間T1とT2の長さを加えたものと等しいにもかかわらず、期間Tの間に実行できる命令の数は、期間T1とT2の間に実行される命令の数の合計よりも多くなる。これは、パーティションAの実行が、割り込み処理パーティションの実行によって分断されないためである。パーティションAの実行が割り込み処理パーティションによって中断されている間に、プロセッサが備えている種々のキャッシュ機構やバッファ（キャッシュメモリやTLB、分岐予測バッファ）の状態が割り込み処理パーティションによって更新される。この更新の結果、パーティションAに復帰した後の命令実行効率は、パーティションAを連続的に実行していた場合に比べて低下するのである。

#### 【0065】

図3を参照して説明したように、割り込み要求の処理パーティションの設定を、割り込み要求発生時に実行中のパーティションの終了予定時刻後とすることで、パーティション切り替えオーバーヘッドの削減と、命令実行効率の向上という効果が得られる。

#### 【0066】

##### [3. 割り込み要求に対する処理例2]

上述した割り込み要求の処理遅延手法のみを適用すると、割り込み要求発生時に実行中のパーティションの設定時間が長い場合には、割り込み要求の処理開始時刻が遅れ、処理によってはエラーを発生させる場合がある。

#### 【0067】

これを解決する処理例として、最大遅延時間を制限した処理例について図5を

参照して説明する。

#### 【0068】

図5(a)は、上述した実施例に相当する処理例であり、割り込み処理の実行開始位置を、割り込み要求301発生時に実行中のパーティション（パーティションA）の終了時点とした例である。パーティションAの終了後に割り込み処理パーティション302を設定している。

#### 【0069】

図5(a)に示す例は、割り込み要求301発生時からパーティションAの終了予定時刻までの時間 $T_d$ が、割り込み要求の最大許容遅延時間 $T_{max}$ より短い、すなわち $T_d < T_{max}$ であり、パーティションAの終了予定時刻まで待機しても問題がない場合の処理である。

#### 【0070】

割り込み要求には、最大許容遅延時間が設定された割り込み要求がある。最大許容遅延時間は、例えば割り込み要求発生源に対応して設定された情報として、レベル0のOS(0)が保持している。これらの構成については後述する。

#### 【0071】

最大許容遅延時間が設定された割り込み要求が発生した場合において、図5(b)に示すように、割り込み要求311発生時に実行中のパーティションの終了予定時刻までの時間が、割り込み要求の最大許容遅延時間 $T_{max}$ より長い場合は、パーティションの処理終了まで待機することなく、パーティションAを割り込み要求の最大許容遅延時間 $T_{max}$ 以内に中断し、割り込み処理パーティション312を設定し実行する。

#### 【0072】

この処理を強制割り込み処理と呼ぶ。この強制割り込み処理の結果、パーティションAは前段パーティションA321と後段パーティションA322に分割されて処理されることになる。

#### 【0073】

このように、割り込み要求の最大許容遅延時間が経過してもパーティションの切り替えが発生しない場合には、最大許容遅延時間の経過時点あるいは経過以前



の時点で、実行中のパーティションを中断し、割り込み処理パーティションへ切り替えて割り込み処理を実行する。

#### 【0 0 7 4】

このように、許容遅延時間を考慮した割り込み処理の遅延を行うことによって、最大応答時間（最大許容遅延時間）に制限のある割り込み要求が発生し得るシステムにおいて、最大応答時間（最大許容遅延時間）の割り込み要求処理の実行を保証することが可能となり、割り込み要求の過大な遅延によるデータ処理エラーの発生を防止することができる。

#### 【0 0 7 5】

##### 〔4. マルチプロセッサシステムにおける処理〕

上述した実施例では、プロセッサの数が1つであるか、または、割り込み処理に関してプロセッサが互いに独立であるシステムを前提としてきた。複数のプロセッサが並列に処理を実行できるシステムにおいては、さらに効率的な処理が可能となる。

#### 【0 0 7 6】

マルチプロセッサシステムにおける割り込み要求のスケジューリング例について、図6を参照して説明する。図6において、並列処理可能なプロセッサは3つ（プロセッサ1、プロセッサ2、プロセッサ3）あり、プロセッサ1、プロセッサ2、プロセッサ3各々の処理シーケンスが、レベル0のOS（0）によってスケジューリングされる。

#### 【0 0 7 7】

図6（a）は、プロセッサ1を適用した処理のパーティションによるスケジューリングであり、図6（b）は、プロセッサ2を適用した処理のパーティションによるスケジューリングであり、図6（c）は、プロセッサ3を適用した処理のパーティションによるスケジューリングである。

#### 【0 0 7 8】

この例では、プロセッサ1で割り込み要求X 4 0 1と割り込み要求Y 4 0 2が発生した例を示している。プロセッサ1ではパーティションAが実行を続けており、割り込み処理パーティションは遅延されつづけている。その後、プロセッサ



2において、パーティションBの処理が終了し、パーティション切り替えタイミング411が発生している。

#### 【0079】

各プロセッサのパーティション構成は、レベル0のOS(0)が把握しており、プロセッサ1で発生した割り込み要求X401または割り込み要求Y402の後に発生するパーティション切り替えタイミングに中、最も早いパーティション切り替えタイミングが設定されたプロセッサを識別する。

#### 【0080】

この時、割り込み処理Xを設定可能な、最も早いパーティション切り替えタイミングは、プロセッサ2のパーティションBの処理終了時のパーティション切り替えタイミング411である。レベル0のOS(0)は、プロセッサ1で保留中となっている割り込み処理Xをプロセッサ2に委譲し、パーティションBに続いて処理するようにスケジューリングをし、割り込み処理パーティション412をプロセッサ2のパーティションBの処理終了後に設定して、プロセッサ2により割り込み処理Xを実行させる。

#### 【0081】

さらに、割り込み処理Yを設定可能な、最も早いパーティション切り替えタイミングは、プロセッサ3のパーティションDの処理終了時のパーティション切り替えタイミング421である。レベル0のOS(0)は、プロセッサ1で保留中となっている割り込み処理Yをプロセッサ3に委譲し、パーティションDに続いて処理するようにスケジューリングをし、割り込み処理パーティション422をプロセッサ3のパーティションDの処理終了後に設定して、プロセッサ3により割り込み処理Yを実行させる。

#### 【0082】

このように、複数プロセッサによる並列処理が実行可能なマルチプロセッサシステムにおいては、遅延中の割り込み処理をプロセッサ間で委譲することが可能であり、割り込み要求発生後の最も早いパーティション切り替えタイミングの設定されたプロセッサに遅延中の割り込み処理を実行させることで、遅延時間を短くした割り込み処理の実行が可能となり、実行中のパーティションを中断させて

強制割り込みを行うことなく、予め定められたパーティションスケジュールのパーティション切り替えタイミングを利用した割り込み処理の実行を、さらに高い確率で行うことが可能となる。

#### 【 0 0 8 3 】

##### 〔 5. 最小遅延時間の設定された割り込み要求処理 〕

前述したように、割り込み要求には、最大許容遅延時間が設定された割り込み要求がある。さらに、割り込み要求には最小遅延時間の設定された割り込み要求がある。最小遅延時間は、例えば割り込み要求発生源ごとに定められており、割り込み要求発生源情報として、レベル 0 の OS ( 0 ) の管理情報として設定される。これらの情報については後述する。

#### 【 0 0 8 4 】

最小遅延時間の設定された割り込み要求が発生した場合は、最小遅延時間が経過するまでは、たとえパーティション切り替えが行われても処理を開始しない。

#### 【 0 0 8 5 】

図 7 を参照して最小遅延時間の設定された割り込み要求に対するレベル 0 の OS ( 0 ) の実行するパーティション設定に基づくスケジューリング処理について説明する。

#### 【 0 0 8 6 】

図 7 において、パーティション A の実行中に割り込みが要求 5 0 1 が発生している。前述の実施例に従った場合は、パーティション A からパーティション B の切り替えの発生時に割り込み処理パーティションが設定されることになるが、割り込みが要求 5 0 1 は、最小遅延時間の設定された割り込み要求である。

#### 【 0 0 8 7 】

このように、最小遅延時間の設定された割り込み要求である場合は、割り込みの要求 5 0 1 の発生時点から最小遅延時間が経過するまで待機し、その後に発生するパーティション切り替えタイミングに割り込み処理パーティション 5 0 1 を設定する。図 7 に示すパーティション B の終了後に割り込み処理パーティション 5 0 1 が設定される。

#### 【 0 0 8 8 】

なお、割り込み要求にさらに最大遅延時間が設定されている場合は、さらに、最大遅延時間を考慮した処理を行うことになる。すなわち、割り込み要求の発生時点から最小遅延時間経過後であり、最大遅延時間以内にパーティション切り替えが行われるタイミングがあれば、そこに割り込み処理パーティションを設定するが、割り込み要求の発生時点から最小遅延時間経過後、最大遅延時間以内にパーティション切り替えが行われるタイミングがない場合は、そのパーティション実行を中断してそこに割り込み処理パーティションを設定する。

#### 【 0 0 8 9 】

##### [ 6 . 規定スケジュールを利用した割り込み要求処理 ]

これまで説明してきた方式は、基本的に、割込みが発生してから最初のパーティション切り替えが行われる時点まで割り込み処理を延期し、許容されない場合にパーティションを中断し割り込み処理を実行する構成例を説明してきた。

#### 【 0 0 9 0 】

ところが、割り込み要求発生源によっては、その許容遅延時間がパーティション切り替えの発生間隔にくらべて十分に大きいものがある。一方で、割込み処理を行うパーティションが、割り込み処理だけをおこなうことはまれであり、他のパーティションと同様にプロセッサ時間の割り当てをうけていることが多い。そのような場合には、レベル 0 の OS ( 0 ) が実行する規定のスケジューリングプロセスにおいて、割り込み処理を行い得るパーティションがスケジュールされるのを待機し、スケジュールリングされたパーティションで割り込み処理を実行する構成とすることが可能である。ただし、この場合も、割り込み要求の許容遅延時間をこえない範囲での待機が条件となる。

#### 【 0 0 9 1 】

本構成によれば、割り込み要求の実行のためだけのパーティションの設定を行う必要がなくなるので、割り込み処理オーバヘッドがさらに削減される。

#### 【 0 0 9 2 】

本構成は、レベル 0 の OS ( 0 ) の設定したパーティションスケジュールが、あらかじめ予測可能な場合、この予測されたスケジュールを利用して割り込み処理を延期するという手法である。図 8 を参照して、本実施例に従った割り込み要

求の処理とパーティションスケジュールとの対応について説明する。

【0093】

図8では、パーティションAの実行中に割り込み要求601が発生している。この割り込み要求601には、最大許容遅延時間（Tmax）が設定されている。

【0094】

割り込み要求601の発生後、最大許容遅延時間（Tmax）以内において、この割り込み要求を処理可能なパーティションがスケジューリングされていると予測できたとする。すると、この割り込み要求601はそのパーティションで処理されるように設定される。

【0095】

図8においては、パーティションD611が、割り込み要求601を処理可能なパーティションであり、レベル0のOS（0）が規定のパーティションスケジュールリングによってスケジュールされたパーティションであり、割り込み要求601は、パーティションD611において実行されるように設定される。

【0096】

本構成によれば、割り込み要求の実行のためだけのパーティションの設定を行う必要がなくなり、割り込み処理オーバーヘッドが削減され、効率的なデータ処理が実現される。

【0097】

[7. プロセス管理手段の構成]

以上、本発明のプロセス管理処理例を複数説明してきた。以下、これらの処理を実行するためのプロセス管理手段の構成について説明する。

【0098】

図9を参照して本発明のプロセス管理手段の情報管理構成について説明する。図9に示す構成例は、複数プロセッサを持つマルチプロセッサシステムにおける情報構成であり、図1に示すレベル0のOS（0）の制御の下に各情報が管理され、また、各モジュールによる動作が制御される。プロセッサ1，731、プロセッサ2，732、プロセッサ3，733は、レベル1のOS（1）に従った処

理を並列に実行することができる。なお、レベル0のOS(0)もいずれかのプロセッサによって処理を実行することになる。

#### 【0099】

情報を管理するメモリは、各OS、各プロセッサに共通のメモリ領域としての共有メモリ710と、各プロセッサに対応して設定されるプロセッサ対応モジュール720に区分される。

#### 【0100】

共有メモリ710には、割り込み要求発生源情報711、割り込みグループ毎に設定された保留キュー712、713・・・、および、通知済み割り込み要求情報714が格納される。

#### 【0101】

各プロセッサに対応するプロセッサ対応モジュール720には、タイマ721と、パーティション切り替えモジュール722、局所メモリ723が設定される。

#### 【0102】

各構成要素について説明する。共有メモリ710に格納される割り込み要求発生源情報711は、割り込み要求を発生させる割り込み要求発生源に対応する情報であり、図10に示す情報によって構成される。

#### 【0103】

データ処理を実行する装置において、割り込み要求を発生させる割り込み要求発生源は、例えばネットワークI/Fなど予め決まった要素である。割り込み要求発生源情報713は、このような割り込み要求を発生させる割り込み要求発生源毎の情報を記録した情報である。

#### 【0104】

図10に示すように、各割り込み要求発生源ごとに、以下のa～dの情報、すなわち、

- a. 割り込みグループ番号
- b. 割り込み処理パーティションID
- c. 最大許容遅延時間



## d. 最小許容遅延時間

の各情報が対応付けられて設定される。

## 【0 1 0 5】

a. 割り込みグループ番号は、各プロセッサに対応付けられて設定されるパーティション切り替えモジュールの対応プロセッサの処理可能な割り込み要求発生源のグループ情報である。例えば図 1 1 に示すようなグループ番号が設定される。図 1 1 に示す例において、グループ 1 は、割り込み要求を発生する割り込み要求発生源 a, b, c のグループとして設定され、グループ 2 は、割り込み要求を発生する割り込み要求発生源 d, e, f のグループとして設定された例を示している。

## 【0 1 0 6】

各プロセッサに対応付けられて設定されるパーティション切り替えモジュールは、割り込みグループ毎に設定された割り込み要求待ち行列として設定される複数の割り込みグループ別保留キュー 7 1 2, 7 1 3 . . から、割り込みグループ情報によって判別されるプロセッサによって処理可能なグループに対応する保留キューに格納された割り込み要求のエントリに関する処理のみを実行することになる。

## 【0 1 0 7】

図 1 0 に戻り、割り込み要求発生源情報の構成について説明を続ける。b. 割り込み処理パーティション ID は、その割り込み要求発生源の発生する割り込み要求を実行するパーティションの識別子としての ID である。レベル 0 の OS ( 0 ) は、上述した各処理例において、割り込み処理パーティションをスケジューリングする場合、割り込み処理パーティション ID をパーティションスケジューリングデータとして設定する。この設定に従って、割り込みパーティションが実行される。

## 【0 1 0 8】

c. 最大許容遅延時間、d. 最小許容遅延時間は、その割り込み要求発生源の発生する割り込み要求に対応付けられる最大許容遅延時間、および最小許容遅延時間である。これらの情報は設定されない場合もある。設定がある場合は、上述



した各処理例において説明したように、レベル 0 の OS (0) は、それぞれの許容時間内での処理が実行できるように、割り込み処理パーティションの設定を行う。

#### 【0109】

図 9 に示すように、共有メモリ 710 には、割り込みグループ毎に設定される保留キュー 712, 713 が格納される。割り込みグループは、図 11 を参照して説明したように、各プロセッサに対応付けられて設定されるパーティション切り替えモジュールの対応プロセッサの処理可能な割り込み要求発生源のグループ情報である。

#### 【0110】

例えば、保留キュー 712 には、グループ番号 1、すなわち、割り込み要求を発生する割り込み要求発生源 a, b, c からの割り込み要求のみがエントリとして設定される。保留キュー 713 には、グループ番号 2、すなわち、割り込み要求を発生する割り込み要求発生源 d, e, f からの割り込み要求のみがエントリとして設定される。

#### 【0111】

各保留キューには、図 12 に示すように、発生済みの割り込み要求情報として、各割り込み要求の識別子である割り込み要求 ID と、各割り込み要求に対応する最大許容遅延時間、および最小許容遅延時間情報が格納される。格納順は最大許容遅延時間の短い順に設定され、レベル 0 の OS (0) は、上述した各処理例において、割り込み処理パーティションをスケジューリングする場合、保留キューの先頭から、すなわち、最大許容遅延時間の短い順にキューを取り出して割り込み処理パーティションの設定、あるいは割り込み処理を実行するパーティションの設定処理を行う。

#### 【0112】

図 9 に示す共有メモリ 710 の通知済み割り込み要求情報 714 は、すでに実際に割り込み要求を処理するレベル 1 の OS に対して通知済みの割り込み要求情報を格納する領域である。

#### 【0113】

すなわち、保留キュー 7 1 2, 7 1 3 に格納された割り込み要求情報は、レベル 0 の OS (0) の制御の下に順次、各レベル 1 の OS (1 x) に通知され、処理がまかされるが、通知された後は、この通知済み割り込み要求情報 7 1 4 に格納され、割り込み処理パーティションが完了し、パーティションの切り替えが発生すると通知済み割り込み要求情報 7 1 の格納情報もクリアされる。なお、割り込み要求が発生した時点においてプロセッサにおいて実行中のパーティションにおいて、即座に割り込み要求を実行可能な場合には、レベル 0 の OS (0) は、保留キューに割り込み要求を保持することなく、割り込み要求を実行する OS (1 x) に通知して、通知済み割り込み要求情報 7 1 4 に割り込み要求情報を格納する。

#### 【0 1 1 4】

次に、図 9 に示すプロセッサ対応モジュール 7 2 0 の構成について説明する。プロセッサ対応モジュール 7 2 0 には、タイマ 7 2 1 と、パーティション切り替えモジュール 7 2 2、局所メモリ 7 2 3 が設定される。

#### 【0 1 1 5】

パーティション切り替えモジュール 7 2 2 は、各プロセッサ毎に設定されるモジュールであり、タイマ 7 2 1 で計測される時間の経過にしたがって各パーティションを時分割で実行するように、パーティション切り替えを行う。

#### 【0 1 1 6】

上述した処理例で説明したように、レベル 0 の OS (0) の設定したパーティションスケジュールに従って、スケジューリングされたパーティション切り替え時刻に、スケジュールされたパーティションに切り替える。たとえばパーティション A からパーティション B への切り替え、あるいは割り込み処理パーティションへの切り替えを行う。

#### 【0 1 1 7】

図 9 に示す例は、プロセッサが 3 つであり、各プロセッサに対応するパーティション切り替えモジュールは、例えば先に説明した図 6 に示す (a), (b), (c) の各パーティションスケジュールに従って、パーティション切り替えを実行することになる。

## 【0118】

パーティション切り替えモジュールは、局所メモリ 723 に格納した図 13 に示す情報を参照して処理を実行する。

## 【0119】

すなわち、以下の変数、およびデータ構造を参照してパーティション切り替え処理を実行する。

- a. 現行パーティション：現在、実行中のパーティション ID
- b. 割り込みグループ集合：パーティション切り替えモジュールが動作しているプロセッサが処理できる割り込みグループ集合
- c. パーティションコンテキスト：各パーティションのコンテキスト

## 【0120】

パーティションコンテキストには、レジスタの内容などのように中断された処理を再開するために必要な情報に加え、以下の値が格納されている。

- c-1. 通知済み割り込み集合：このパーティションで処理すべき割り込みの集合
- c-2. 予測起動時刻：次に、このパーティションが起動される予定時間（予定よりも遅く起動されないよう制御される）

## 【0121】

さらに、局所メモリ 723 には、パーティションスケジュールに従った処理を実行するための時間情報、プログラム実行用のアドレス情報が格納される。具体的には、

設定時刻情報：設定された処理を開始する時刻

設定時刻に起動されるルーチンアドレス：実行すべき処理が記述されたルーチンのアドレス

付加情報アドレス：ルーチン起動時に引き数として渡される付加情報アドレス

## 【0122】

これらの情報が、設定時刻順にならんだリストとして格納される。各プロセッサは、設定時刻情報として設定された設定時刻、すなわち、パーティション切り替え後の新たなパーティション実行時において、設定時刻に起動されるルーチン

アドレスおよび付加情報アドレスに基づいて実行プログラムおよびプログラム実行に必要なパラメータ等を取得して新たなパーティションの処理を開始する。

### 【0123】

#### [8. 割り込み処理の設定および実行シーケンス]

次に、本発明のプロセス管理処理において実行する割り込み要求に対応する処理手順について、図14～図17のフローを参照して説明する。説明は以下の4つの処理に分けて行う。なお、これらの処理は、レベル0のOS(0)が実行する処理である。

- a. 割り込み要求発生時の処理 (図14)
- b. 割り込み要求の保留キューへの追加処理 (図15)
- c. 強制割り込み処理 (図16)
- d. パーティション切り替え処理 (図17)

### 【0124】

#### a. 割り込み要求発生時の処理

まず、図14のフローチャートを参照してある割り込み要求発生源が割り込み要求をプロセッサに送出した時に行う処理の手順について説明する。

### 【0125】

ある割り込み要求発生源が割り込み要求をプロセッサに送出すると、レベル0のOS(0)は、ステップS101において、当該プロセッサにおいて実行中の現行パーティションが割り込み要求を実行可能なパーティションであるか否かを判定する。これは、先に図10を参照して説明した割り込み要求発生源情報に基づいて、レベル0のOS(0)が判定する。

### 【0126】

現行パーティションが割り込み要求を実行可能なパーティションである場合には、ステップS102に進み、割り込み要求の処理要求を現行パーティションを実行中のOS(1x)に通知するとともに、通知済み割り込み要求情報に登録する。

### 【0127】

割り込み要求の処理要求を通知されたレベル1のOS(1x)は、自己のスケ

ジュールの下に現行パーティション内での割り込み要求処理を行う。

#### 【0128】

ステップS101において、プロセッサにおいて実行中の現行パーティションが割り込み要求を実行可能なパーティションでないと判定すると、ステップS103に進み、割り込み要求を実行するパーティションが割り込み要求発生源に対応して設定されている最大許容遅延時間以前に実行が予定されているか否かを判定する。これは予め設定されたパーティションスケジュール情報に基づいてレベル0のOS(0)が判定する。

#### 【0129】

割り込み要求を実行するパーティションが割り込み要求発生源に対応して設定されている最大許容遅延時間以前に実行が予定されている場合には、ステップS104に進み、割り込み要求の処理要求を最大許容遅延時間以前に実行が予定されているパーティションを実行するOS(1x)に通知するとともに、通知済み割り込み要求情報に登録する。

#### 【0130】

割り込み要求の処理要求を通知されたレベル1のOS(1x)は、自己のスケジュールの下に実行予定パーティション内での割り込み要求処理を行う。

#### 【0131】

一方、ステップS103において、割り込み要求を実行するパーティションが割り込み要求発生源に対応して設定されている最大許容遅延時間以前に実行が予定されていないと判定された場合には、ステップS105に進み、割り込み要求発生源に対応して設定されている最小許容遅延時間経過後に「保留キュー追加処理」を実行するようタイマーを設定する。

#### 【0132】

最小許容遅延時間は、先に図10を参照して説明したように、割り込み要求発生源情報に含まれる情報である。レベル0のOS(0)は、最小許容遅延時間に基づいてタイマーを設定し、最小許容遅延時間経過後に「保留キュー追加処理」を実行する。この保留キュー追加処理については、図15を参照して後段で説明する。



## 【0 1 3 3】

なお、追加する保留キューは、前述したように、割り込みグループ別に設定されており、割り込み要求発生源情報に含まれる割り込みグループ番号に基づいて、対応する割り込みグループの保留キューに割り込み要求情報が追加される。キューに設定される情報は、先に図 1 2 を参照して説明したように、割り込み要求 I D、最大許容遅延時間、最小許容遅延時間の各情報である。

## 【0 1 3 4】

保留キューに追加された後は、レベル 0 の O S ( 0 ) が順次キューの先頭から割り込み要求を取得し、前述の各処理例に従って最大許容遅延時間、最小許容遅延時間を考慮したパーティション設定処理を実行する。

## 【0 1 3 5】

b. 割り込み要求の保留キューへの追加処理 (図 1 5)

次に、割り込み要求の保留キューへの追加処理について、図 1 5 のフローを参照して説明する。

## 【0 1 3 6】

ステップ S 2 0 1 において、割り込み要求の発生源 S の特定を行い、ステップ S 2 0 2 において、割り込み要求発生源 S に基づいて、割り込み要求発生源情報を参照して割り込みグループ g を特定し、割り込み要求を追加すべき対象とするグループを決定する。

## 【0 1 3 7】

さらに、ステップ S 2 0 3 において、割り込み要求の発生時刻 ( t ) に、割り込み要求に対応する最大許容遅延時間 ( T m a x ) を加算して、割り込み要求の最大遅延実行時間情報 T d (デッドライン) を算出し、ステップ S 2 0 4 において、最大遅延実行時間情報 T d (デッドライン) にタイマを設定する。このタイマ設定情報は、この間にパーティション切り替え等の割り込みパーティションが設定できない場合に強制割り込みを実行するために使用される。

## 【0 1 3 8】

タイマの設定された制限時間以前に、パーティション切り替え等の割り込みパーティションが設定できた場合には、タイマはリセットされる。タイマの設定さ

れた制限時間以前に、パーティション切り替え等の割り込みパーティションが設定できなかった場合は、タイマの設定期限に伴い、実行パーティションの中断および割り込み処理の実行、すなわち強制割り込み処理が行われる。

#### 【0 1 3 9】

##### c. 強制割り込み処理

次に、図 1 6 を参照して強制割り込み処理の実行手順について説明する。この強制割り込み処理は、先に図 5 を参照して説明したように、割り込み要求（割り込み要求発生源）に対応して設定されている最大許容遅延時間内にパーティション切り替えが行われない場合に行われる処理である。

#### 【0 1 4 0】

ステップ S 3 0 1 において、レベル 0 の OS (0) は、現行パーティションを中断させて割り込み処理を実行させるレベル 1 の OS (1 x) の実行中のパーティションに対応するコンテキストをメモリに記憶する。例えばレジスタ値など、処理中断後、再開する際に必要な情報である。

#### 【0 1 4 1】

ステップ S 3 0 2 において、強制割り込みにより実行される割り込み処理に対応する保留キューのエントリを削除し、ステップ S 3 0 3 において通知済み割り込み要求情報に割り込み情報を追加する。なお、この処理に際して、レベル 0 の OS (0) は、強制割り込みによる割り込みパーティションを実行する OS (1 x) に割り込み要求処理の実行を通知する。割り込み要求の処理要求を通知されたレベル 1 の OS (1 x) は、割り込み要求処理を行う。

#### 【0 1 4 2】

さらに、ステップ S 3 0 4 において、レベル 0 の OS (0) は、中断パーティションのコンテキストを復元し、ステップ S 3 0 5 において、中断パーティションの割り込みベクタへジャンプする。このステップ S 3 0 4、S 3 0 5 の処理は、割り込み要求処理によって中断されたパーティションをレベル 1 の OS (1 x) に再開させるための処理であり、ステップ S 3 0 4 において中断の発生時点の状態を回復し、ステップ S 3 0 5 において、中断発生時点の処理ステップに回帰させる処理として実行するものである。

## 【0 1 4 3】

## d. パーティション切り替え処理

次に、パーティション切り替え処理について、図 1 7 のフローチャートを参照して説明する。

## 【0 1 4 4】

パーティション切り替えは、レベル 0 の OS (0) の設定したパーティションスケジュールに従ったタイミングで実行される。あるいは上述の強制割り込み処理の場合にも実行される処理である。

## 【0 1 4 5】

ステップ S 4 0 1 において、レベル 0 の OS (0) は、パーティション切り替えを実行するために処理を閉じる現行パーティションのコンテキストをメモリに記憶する。例えばレジスタ値など、パーティションを再開する際に必要な情報である。

## 【0 1 4 6】

ステップ S 4 0 2 において、現行パーティションを実行中のプロセッサが関係する割り込みグループの保留キューのキュー格納状態を判定する。

## 【0 1 4 7】

キューが空である場合は、割り込み処理は実行されないことになり、予め設定されたパーティションスケジュールに従った処理が行われるので、ステップ S 4 0 3 に進み、次に実行予定のパーティションのコンテキストを復元し、復元されたコンテキストに基づいて、レベル 1 の OS (1 x) によって次のパーティションが実行される。

## 【0 1 4 8】

ステップ S 4 0 2 において、現行パーティションを実行中のプロセッサが関係する割り込みグループの保留キューに割り込み要求のキューが存在すると判定された場合は、ステップ S 4 1 1 に進み、保留キューの先頭から、割り込み要求のエントリを取得する。前述したように、保留キューは最大許容遅延時間の短いものから順に並べられている。

## 【0 1 4 9】

ステップS 4 1 2において、取り出した保留キューの割り込み要求に対応する割り込みパーティションを実行するOS (1 x) に割り込み要求処理の実行を通知する。割り込み要求の処理要求を通知されたレベル1のOS (1 x) は、割り込み要求処理を行う。ステップS 4 1 3において通知済み割り込み要求情報に割り込み情報を追加する。

#### 【0150】

ステップS 4 1 4において、通知済み割り込み要求の最大寄与用地時間に対応して設定されているは強制割り込み処理のタイマ設定を解除する。

#### 【0151】

さらに、ステップS 4 1 5において、割り込み処理の実行前の状態値の回復、すなわちパーティションのコンテキストを復元し、ステップS 4 1 6において、パーティションの割り込みベクタヘジャンプ処理を実行する。このステップS 4 1 5、S 4 1 6の処理は、割り込み要求処理によって遅延された次に実行予定のパーティションをレベル1のOS (1 x) に正常に実行させるための処理であり、ステップS 4 1 5の処理は、割り込みの発生によって変化した各種の状態値を割り込みが発生しなかった場合の状態値に回復させる処理として行われ、ステップS 4 1 6は、割り込みが発生しなかった場合の処理ステップにレベル1のOS (1 x) を設定する処理として実行するものである。

#### 【0152】

##### [9. 情報処理装置のハード構成例]

次に、上述した処理を実行するプロセス管理手段を備えた情報処理装置のハードウェア構成例について説明する。上述したプロセス管理は、一般的なPCによっても実現可能であり、図1に示す階層構成のOS、すなわち、実際にアプリケーションと連携した処理を実行するレベル1のOS (1 x) プログラムを複数格納し、これらの複数のレベル1のOS (1 x) プログラムのパーティション管理を実行するレベル0のOS (0) プログラムを格納することによりPC等のさまざまな情報処理装置において実現される。

#### 【0153】

図18に上述したプロセス管理を実行可能な情報処理装置のハードウェア構成

例を示す。

#### 【0 1 5 4】

C P U (Central Processing Unit) 9 5 1, 9 5 2, 9 5 3 は、R O M (Read Only Memory) 9 0 2、または H D D 9 0 4 等に記憶されているプログラムに従って、各種の処理を実行し、データ処理手段として機能する。

#### 【0 1 5 5】

上述した実施例におけるレベル 1 の各 O S (1 x) の制御の下に様々な処理を実行する。さらに、レベル 0 の O S (0) の実行する処理にも適用される。それぞれのプロセッサ (C P U) にはタイマ 9 6 1, 9 6 2, 9 6 3 が設けられ、パーティションスケジュールの管理、割り込み要求の最大許容遅延時間、最小許容遅延時間の計測に利用される。

#### 【0 1 5 6】

R A M 9 0 3 には、C P U 9 6 1, 9 6 2, 9 6 3 の各々が実行するプログラムやデータが適宜記憶される。プログラムとしてはレベル 0 の O S (0) の実行するパーティション管理プログラムが含まれ、上述した各種の処理はパーティション管理プログラムに基づいて実行されることになる。

#### 【0 1 5 7】

また、図 9 を参照して説明した共有メモリ内の割り込みグループ別の保留キュー、割り込み要求発生源情報、通知済み割り込み要求情報、さらに各プロセッサ対応の局所メモリの格納情報、例えばパーティション切り替え時に保存、復元すべきコンテキスト情報、様々な時間情報、アドレス情報などが格納される。図 9 においては、各局所メモリ、共有メモリを個別に区分して記載したが、これらは 1 つのメモリに各記憶領域を区分設定して記憶することが可能である。C P U 9 5 1, 9 5 2, 9 5 3、R O M 9 0 2、および R A M 9 0 3、H D D 9 0 4 は、バス 9 0 5 を介して相互に接続されている。

#### 【0 1 5 8】

バス 9 0 5 には、入出力インタフェース 9 0 6 が接続されており、この入出力インタフェース 9 0 6 には、例えば、ユーザにより操作されるキーボード、マウス等の入力情報を処理する入力部 9 0 7、ユーザに各種の情報を提示する L C D



、C R T、スピーカ等により構成される出力部 9 0 8 が接続される。さらに、データ送受信手段として機能する通信部 9 0 9、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体 9 1 1 を装着し、これらのリムーバブル記録媒体 9 1 1 からのデータ読み出しあるいは書き込み処理を実行するドライブ 9 1 0 が接続される。

#### 【0 1 5 9】

図 1 8 に示すハード構成は、上述のプロセス管理を適用可能な情報処理装置の 1 つとして P C のハード構成を示したものであり、本発明のプロセス管理は、この P C 構成に限らず、複数の O S が搭載され、パーティション管理によるプロセス管理が実行されるゲーム機器、通信端末装置など、様々な情報処理装置において適用可能なものである。

#### 【0 1 6 0】

以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

#### 【0 1 6 1】

なお、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。

#### 【0 1 6 2】

例えば、プログラムは記録媒体としてのハードディスクや R O M (Read Only Memory) に予め記録しておくことができる。あるいは、プログラムはフレキシブルディスク、C D - R O M (Compact Disc Read Only Memory)、M O (Magneto optical) ディスク、D V D (Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモ

りなどのリムーバブル記録媒体に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

#### 【0163】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、コンピュータに無線転送したり、LAN (Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

#### 【0164】

なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

#### 【0165】

##### 【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の構成によれば、複数のオペレーティングシステム（OS）に基づく処理を切り替え制御するプロセス制御において、割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する構成としたので、割り込み要求に対応するパーティション切り替え処理の増加を1回のみに抑えることが可能となり、処理負荷の増大を防止し、効率的なデータ処理を実行することが可能となる。

#### 【0166】

さらに、本発明の構成によれば、割り込み処理要求に、最大許容遅延時間、あるいは最小許容遅延時間が設定されている場合、これらの許容時間内にパーティション切り替えが発生した場合は、その切り替えタイミングに割り込み処理パーティションを設定し、これらの許容時間内にパーティション切り替えが発生しな

かった場合は、強制割り込みを行うなど、各割り込み要求に対応した処理を実行する構成であるので、処理エラーを発生させることない構成が実現される。

#### 【0167】

さらに、本発明の構成によれば、マルチプロセッサシステムにおいて複数OSによる処理が並列に実行可能な構成では、複数のプロセッサに対応する複数のパーティションスケジュールの1つを選択し、選択したパーティションスケジュール中のパーティション切り替えタイミングに一致させて割り込み処理パーティションを設定する構成としたので、複数のパーティションスケジュール中、割り込み要求発生後、最も早いタイミングのパーティション切り替えタイミングに割り込み要求を実行させることが可能となり、さらに効率的なデータ処理が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明のプロセス管理手段、プロセス管理方法において適用するオペレーティングシステム(OS)の構成を説明する図である。

##### 【図2】

パーティションに基づくスケジューリング例を示す図である。

##### 【図3】

単一プロセッサシステムにおける割り込み要求のスケジューリング例について説明する図である。

##### 【図4】

割り込み要求発生の直後に割り込み処理パーティションを即座に起動する従来型の割り込み要求処理例を説明する図である。

##### 【図5】

最大遅延時間を制限した処理例について説明する図である。

##### 【図6】

マルチプロセッサシステムにおける割り込み要求のスケジューリング例について説明する図である。

##### 【図7】

最小遅延時間の設定された割り込み要求に対するパーティションスケジューリング処理について説明する図である。

【図 8】

割り込み処理を行い得るパーティションがスケジュールされるのを待機し、スケジューリングされたパーティションで割り込み処理を実行する処理を説明する図である。

【図 9】

本発明のプロセス管理手段の構成について説明する図である。

【図 1 0】

割り込み要求発生源情報のデータ構成について説明する図である。

【図 1 1】

割り込みグループ番号の設定例について説明する図である。

【図 1 2】

保留キューの格納情報例を説明する図である。

【図 1 3】

パーティション切り替えモジュールによるパーティション切り替え処理の際に参照される情報について説明する図である。

【図 1 4】

割り込み要求発生時の処理を説明するフローチャートである。

【図 1 5】

割り込み要求の保留キューへの追加処理を説明するフローチャートである。

【図 1 6】

強制割り込み処理を説明するフローチャートである。

【図 1 7】

パーティション切り替え処理を説明するフローチャートである。

【図 1 8】

本発明を適用可能な情報処理装置の構成例を示す図である。

【符号の説明】

1 0 1    ハードウェア

- 1 0 2 レベル 0 O S
- 1 0 3 レベル 1 O S
- 1 0 4 アプリケーション
- 2 0 1 割り込み要求
- 2 0 2 割り込み処理パーティション
- 2 1 1 割り込み要求
- 2 1 2 割り込み処理パーティション
- 2 2 1, 2 2 2 パーティション
- 3 0 1 割り込み要求
- 3 0 2 割り込み処理パーティション
- 3 1 1 割り込み要求
- 3 1 2 割り込み処理パーティション
- 3 2 2 パーティション
- 4 0 1, 4 0 2 割り込み要求
- 4 2 1, 4 2 2 割り込み処理パーティション
- 5 0 1 割り込み要求
- 5 0 2 割り込み処理パーティション
- 6 0 1 割り込み要求
- 6 0 2 割り込み処理パーティション
- 6 1 1 パーティション
- 7 1 0 共有メモリ
- 7 1 1 割り込み要求発生源情報
- 7 1 2, 7 1 3 保留キュー
- 7 1 4 通知済み割り込み要求情報
- 7 2 0 プロセッサ対応モジュール
- 7 2 1 タイマ
- 7 2 2 パーティション切り替えモジュール
- 7 2 3 局所メモリ
- 7 3 1, 7 3 2, 7 3 3 プロセッサ

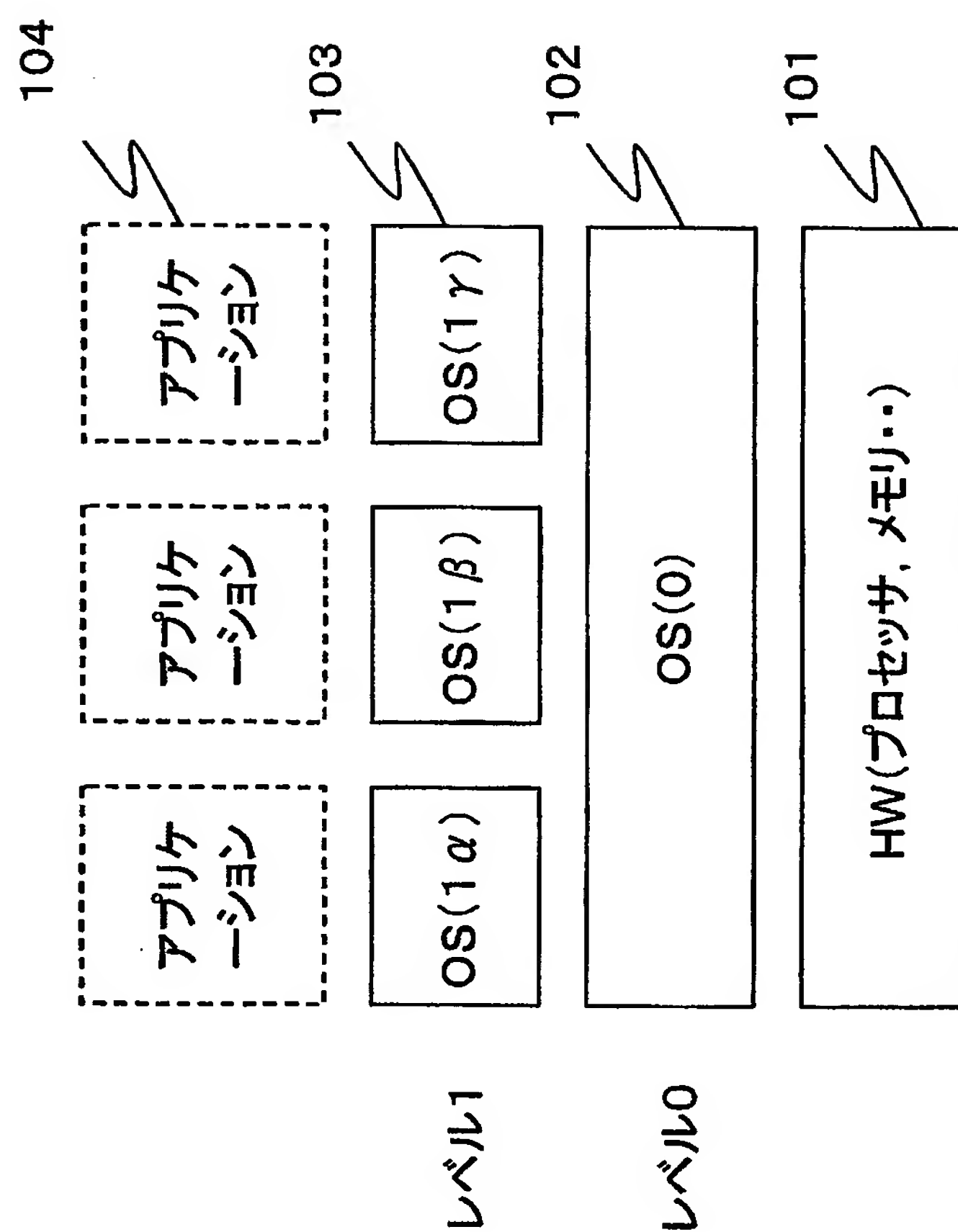


902 ROM  
903 RAM  
904 HDD  
905 バス  
906 入出力インタフェース  
907 入力部  
908 出力部  
909 通信部  
910 ドライブ  
911 リムーバブル記録媒体  
951, 952, 953 CPU  
961, 962, 963 タイマ

【書類名】

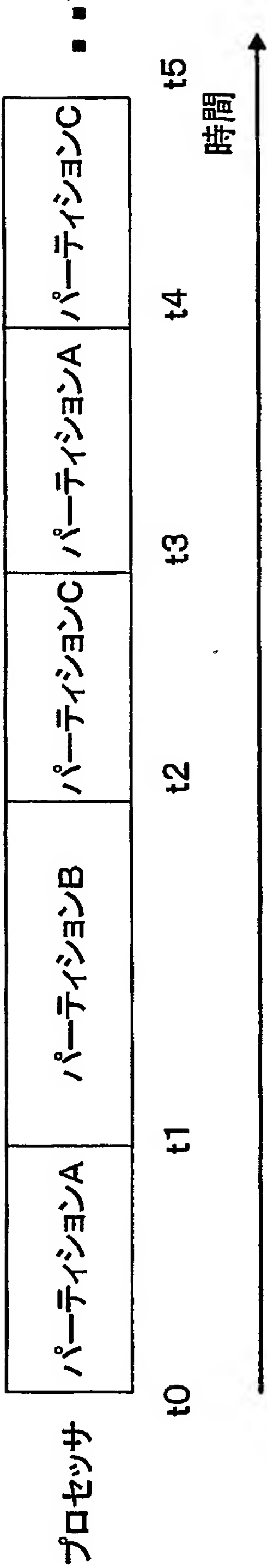
図面

【図 1】

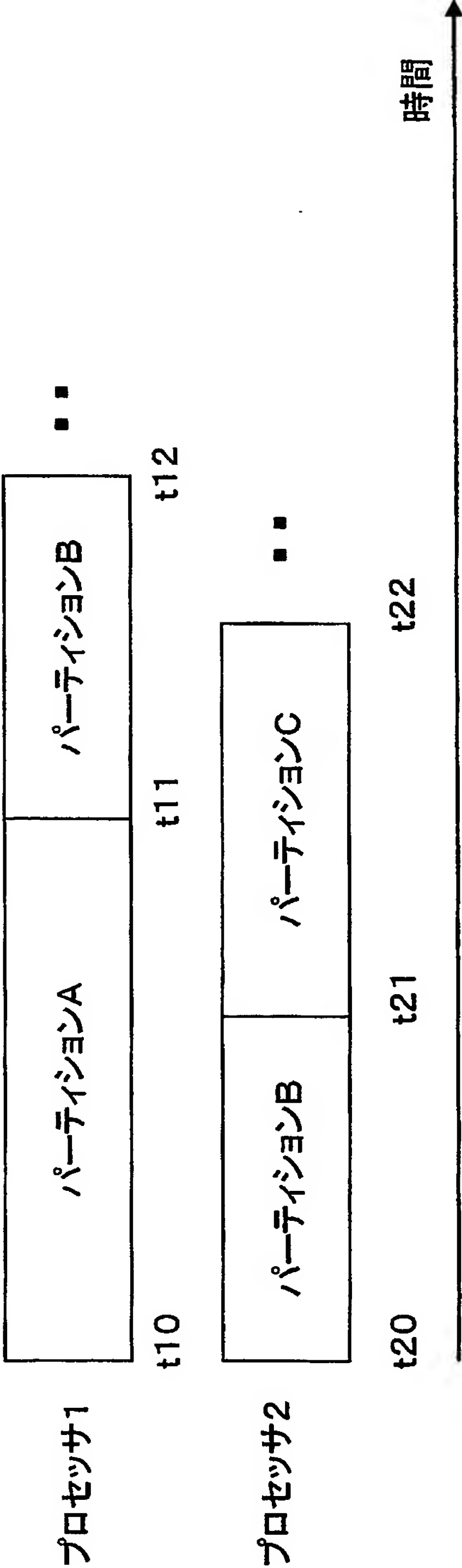


【図 2】

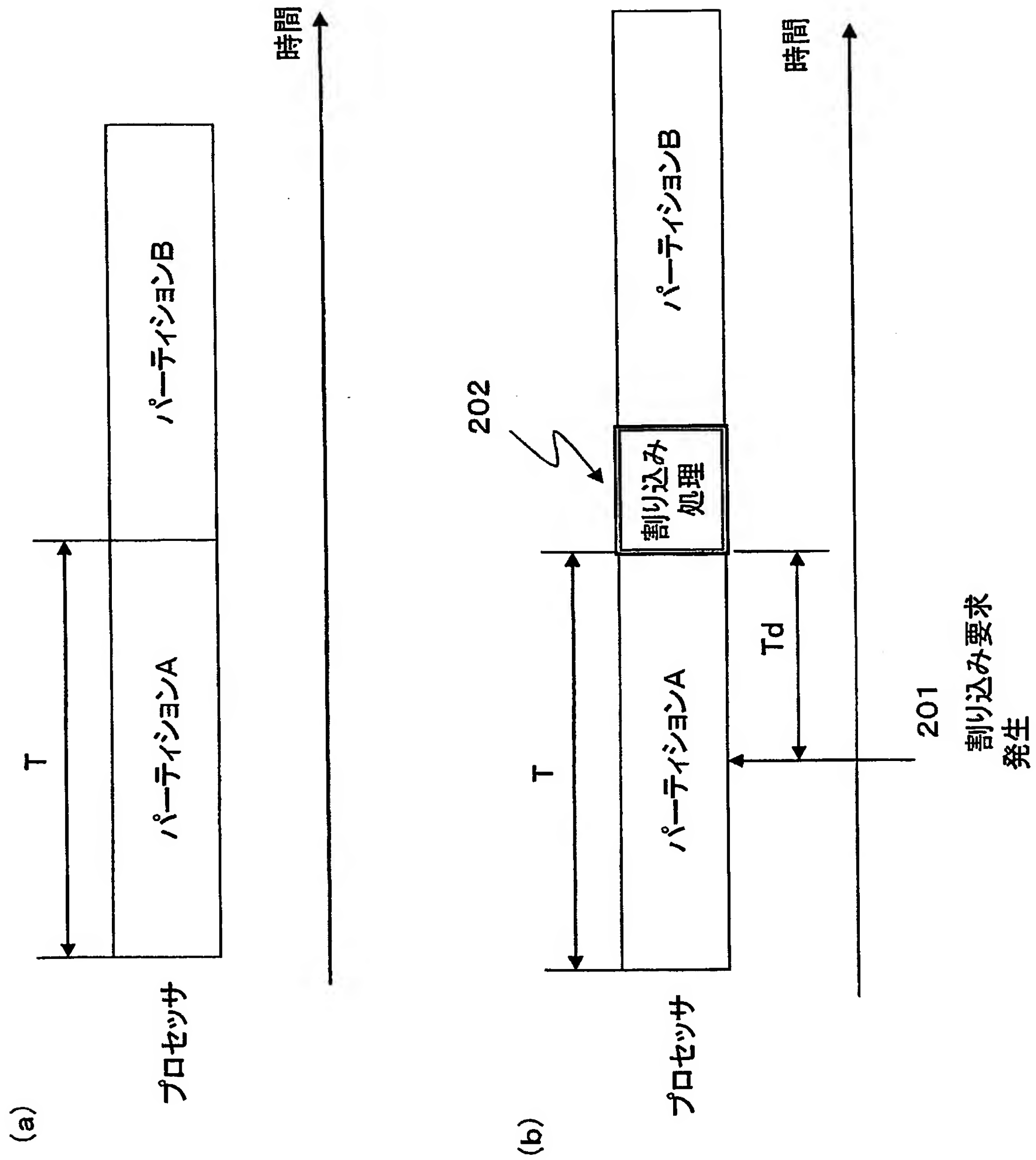
(a) 単一プロセッサシステムにおけるパーティションスケジュールリング例



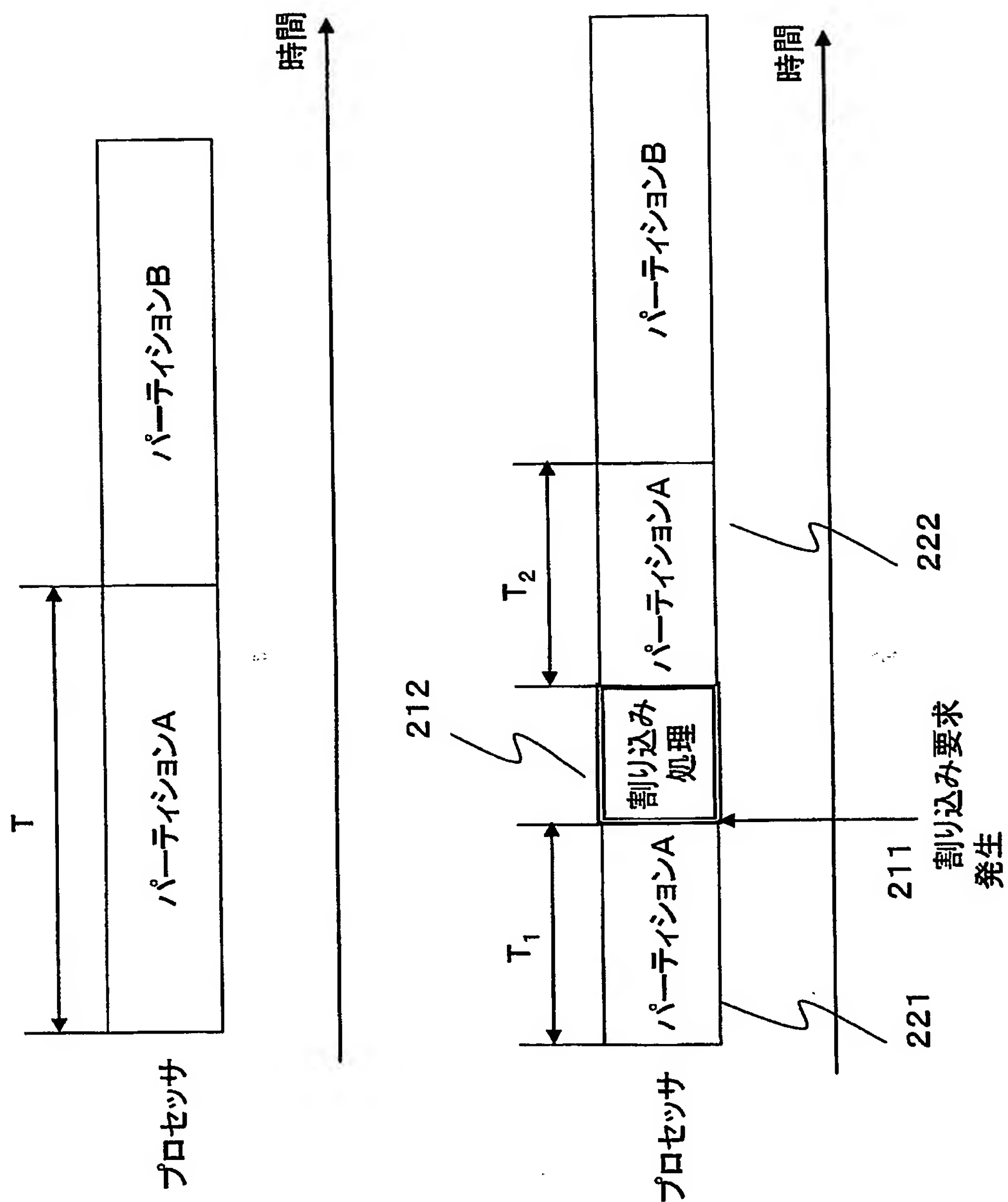
(b) 複数プロセッサシステムにおけるパーティションスケジュールリング例



【図 3】



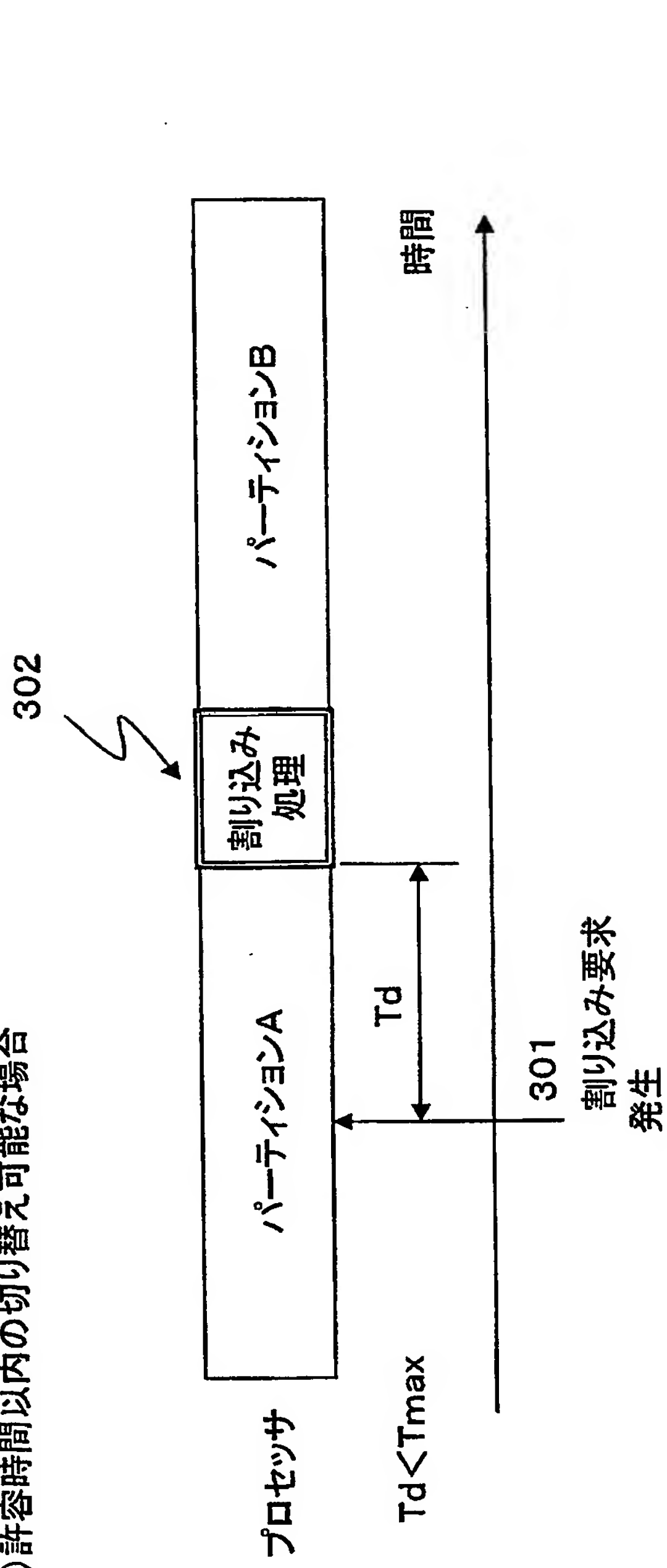
【図 4】



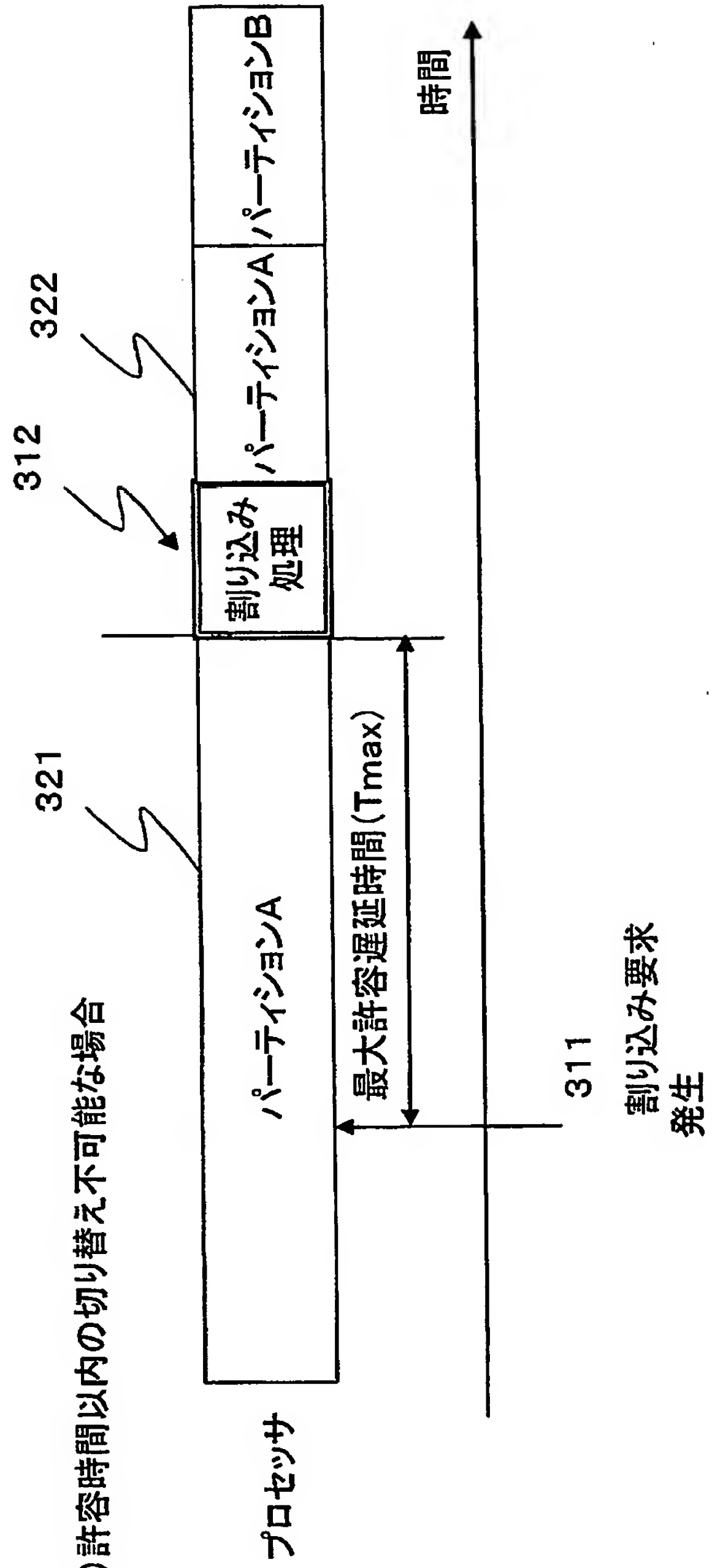


【図 5】

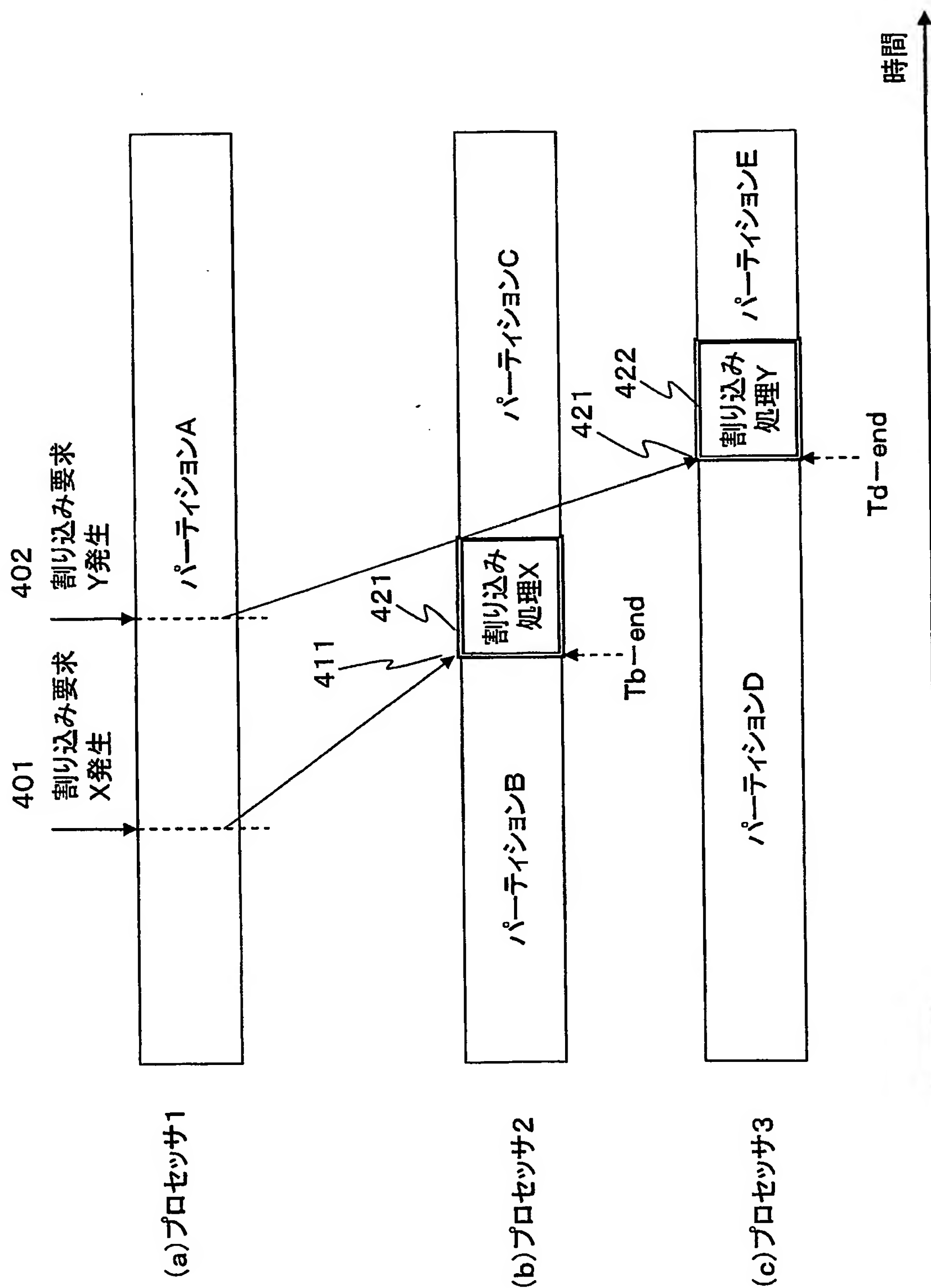
(a) 許容時間以内の切り替え可能な場合



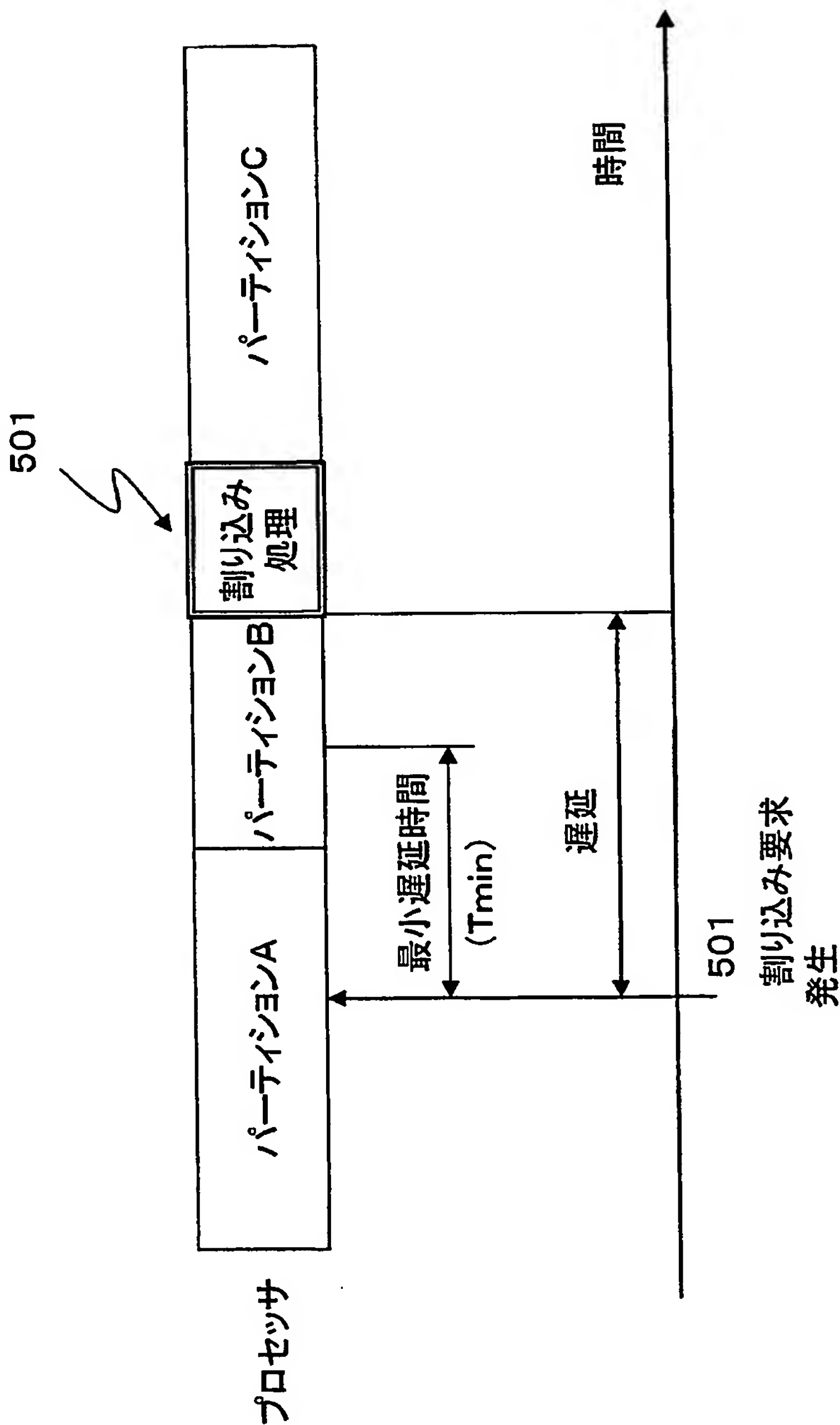
(b) 許容時間以内の切り替え不可能な場合



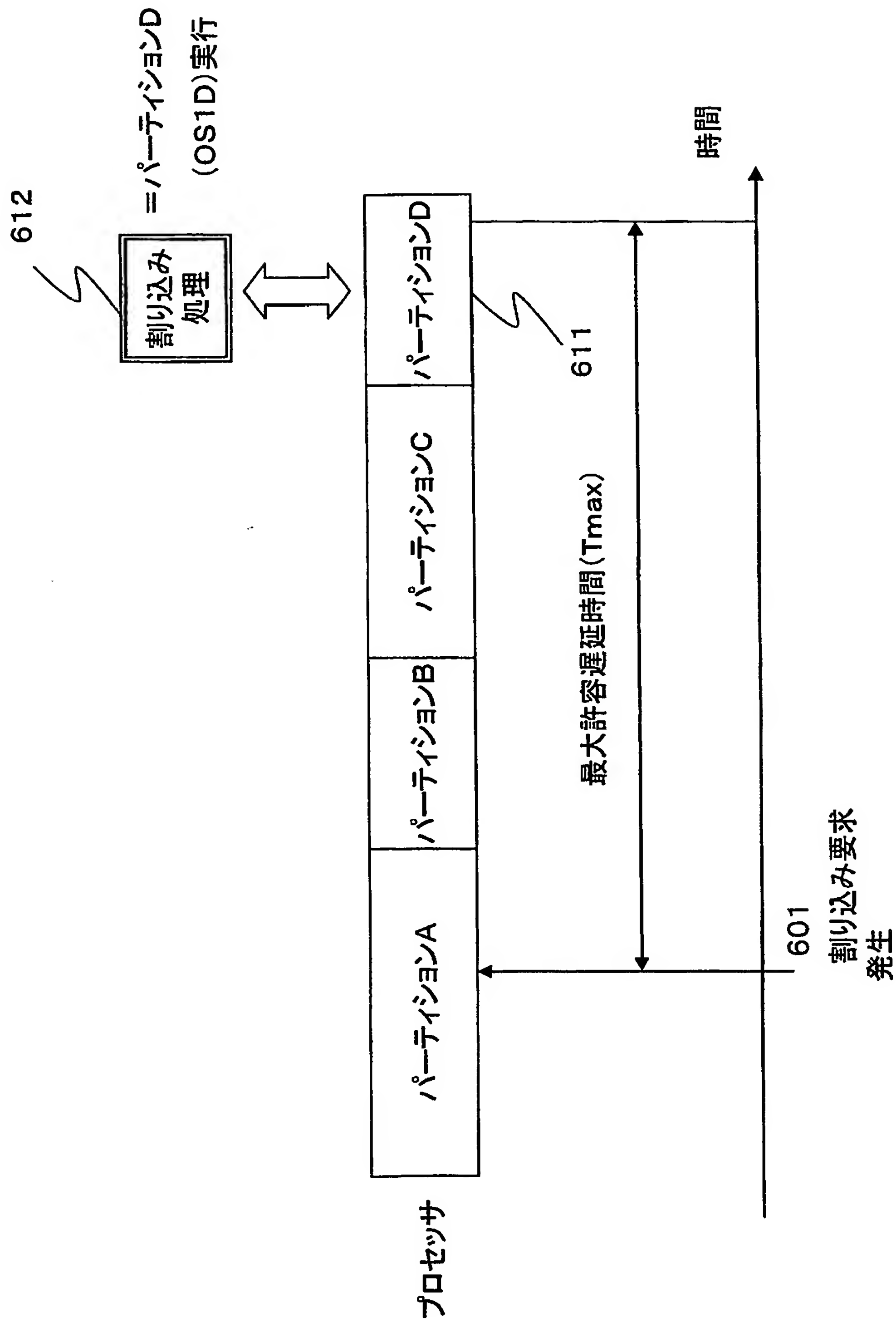
【図 6】



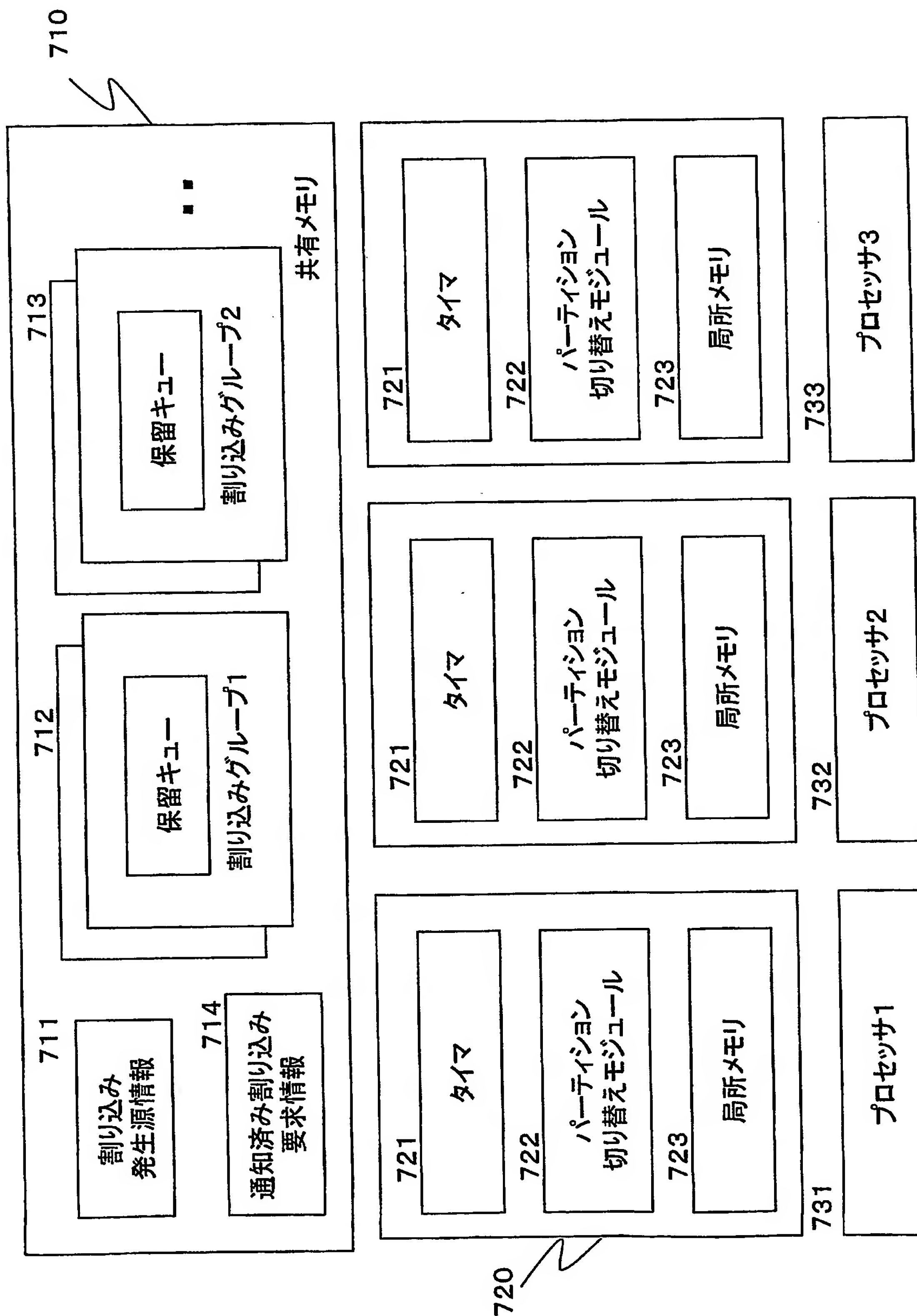
【図 7】



【図 8】



【図 9】





【図 1 0】

割り込み発生源	割り込み グループ番号	割り込み処理 パーティションID	最大許容遅延時間	最小許容遅延時間
ネットワークI/F	1	00031abc77	00:00:02.44'21"	00:00:00.12'21"
：	：	：	：	：

【図 1 1】

割り込みグループ番号	割り込み発生源
1	割り込み発生源 a, b, c
2	割り込み発生源 d, e, f
3	割り込み発生源 g, h, i
⋮	⋮

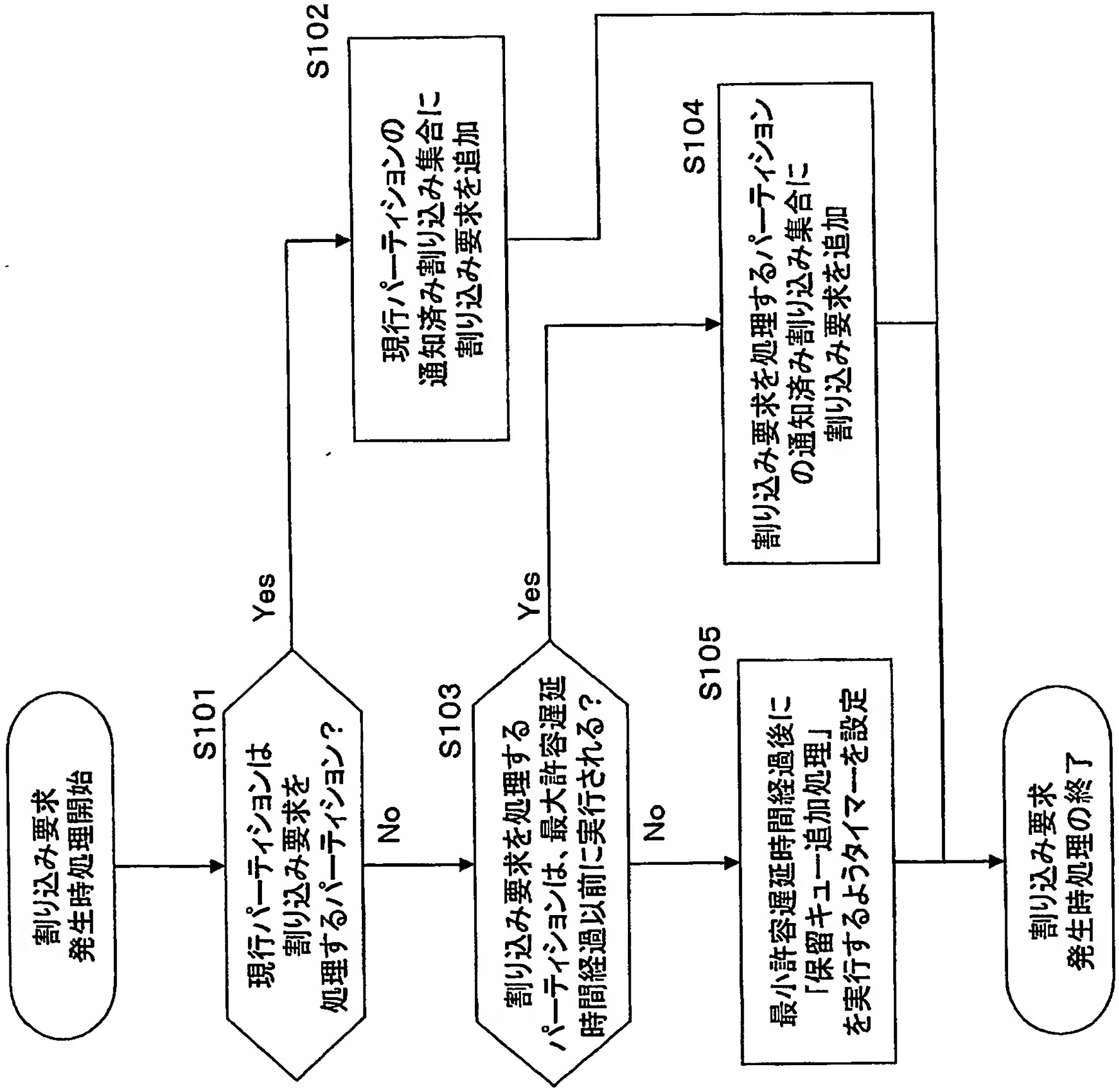
【図 1 2】

割り込み要求ID	最大許容遅延時間	最小許容遅延時間
023ab...d75	00:00:02.44'21"	00:00:00.12'21"
:	:	:
131cd...e32	00:01:21.23'22"	00:00:00.23'31"

【図 1 3】

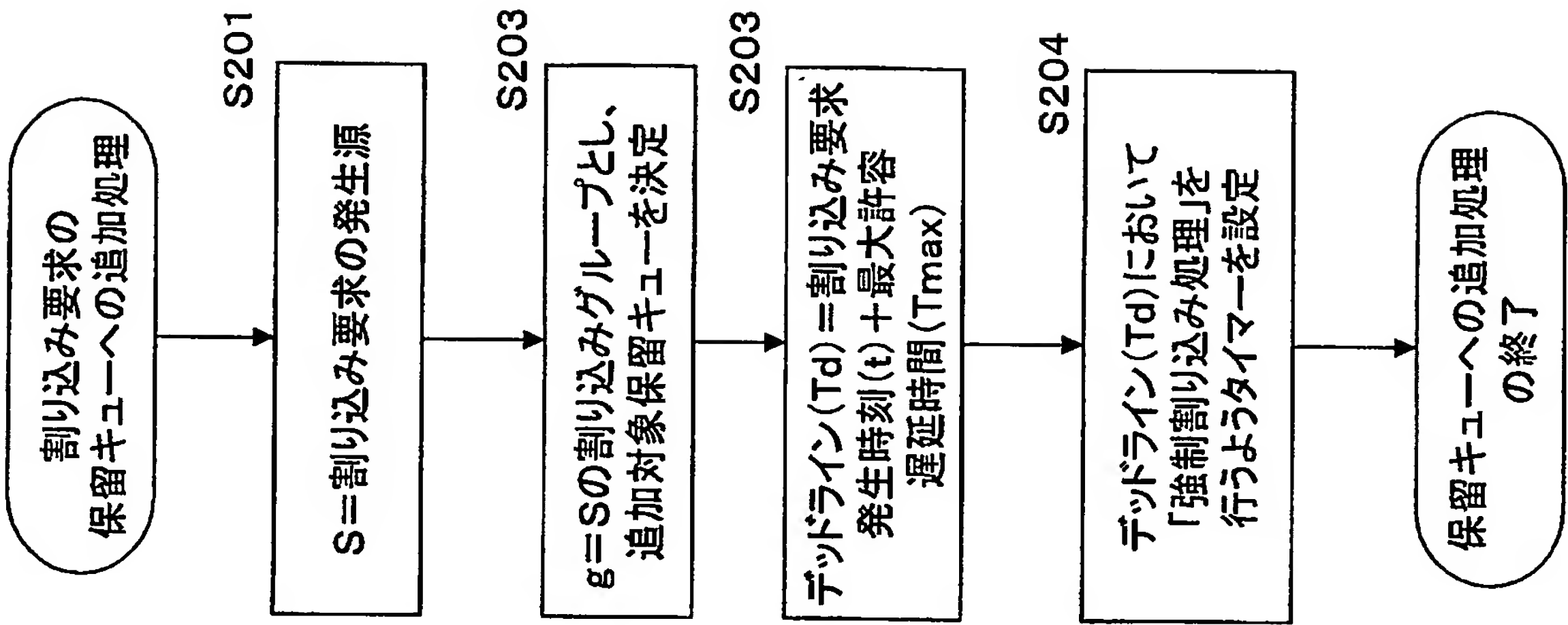
現行パーティションID	割り込みグループ	パーティション コンテキスト
00021abc77	1, 3	レジスタ設定値、 通知済み割り込み集合 予測起動時刻
001232bc21	2	::
:	:	
01432ead11	1	

【図 14】

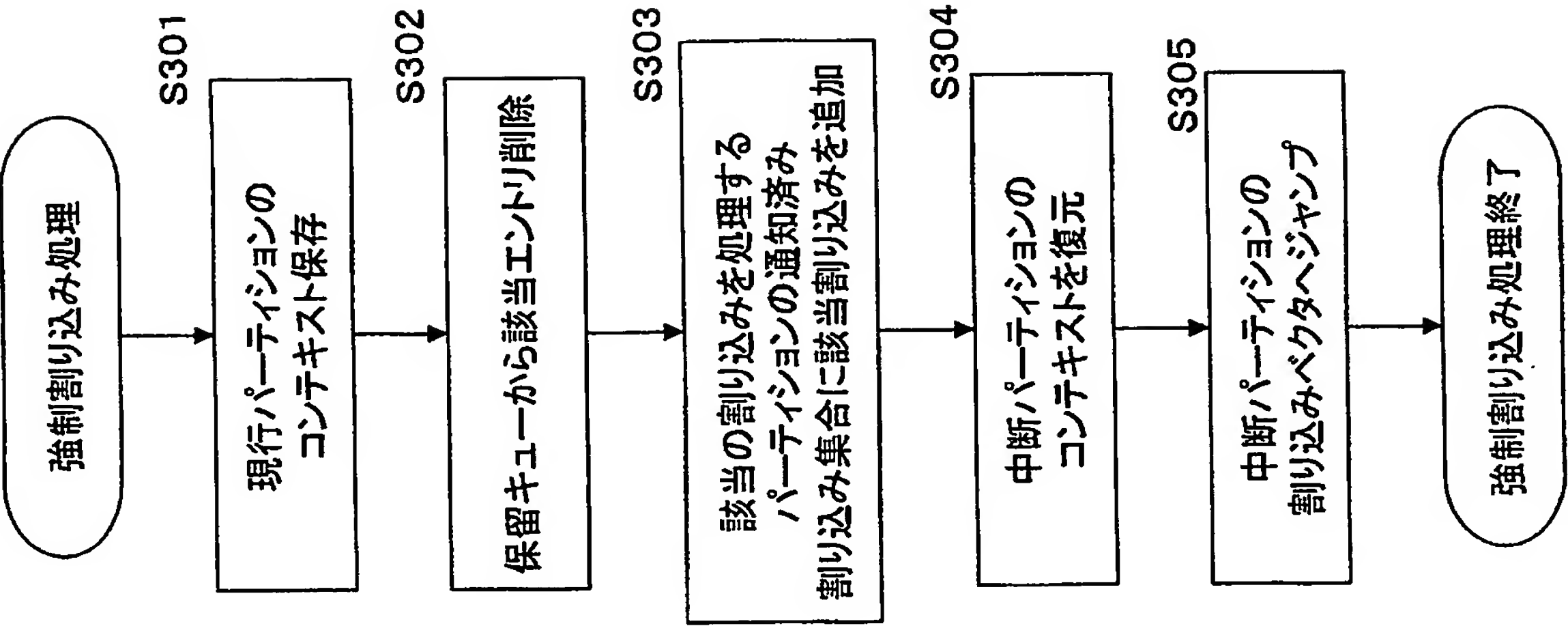




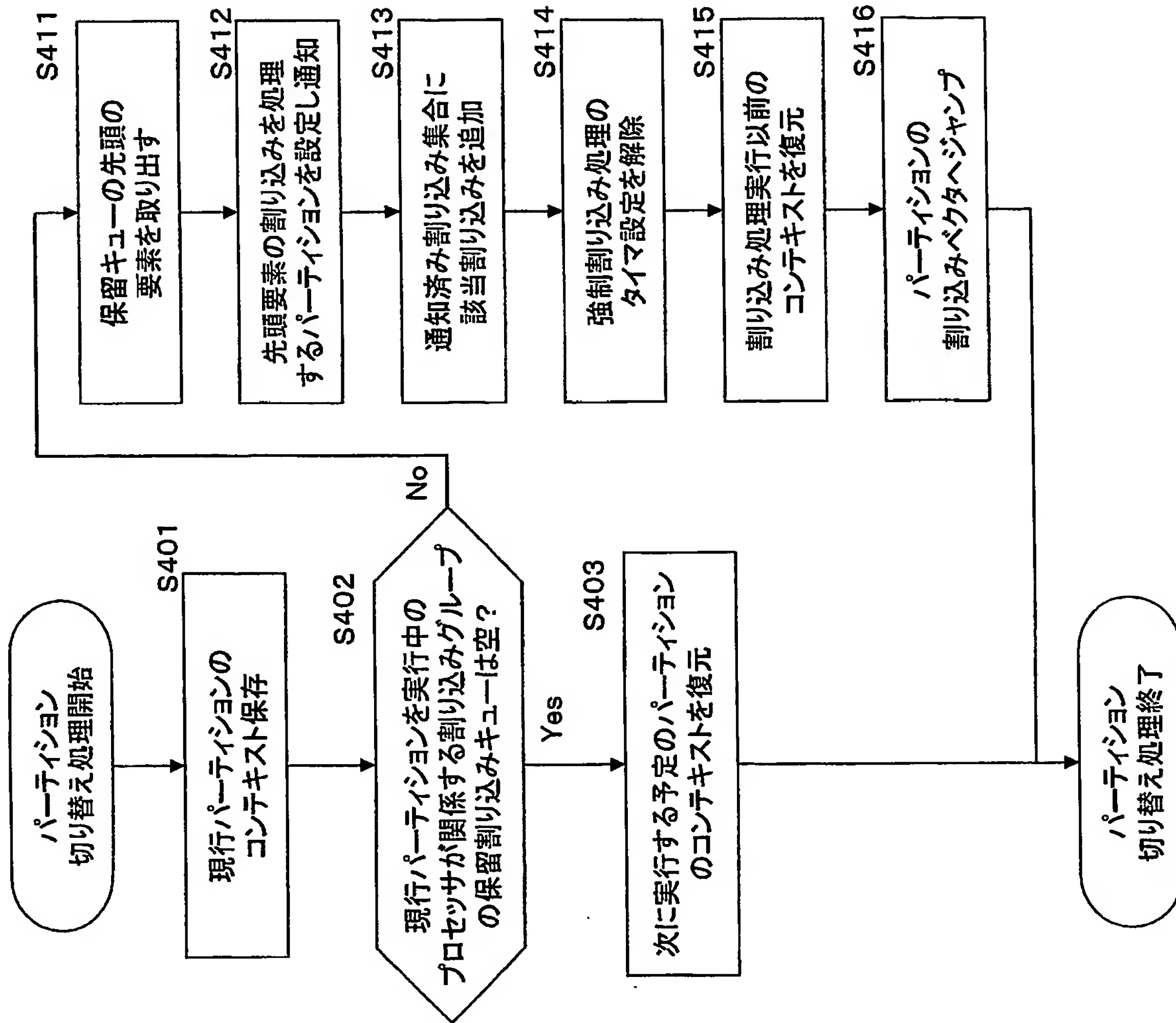
【図15】



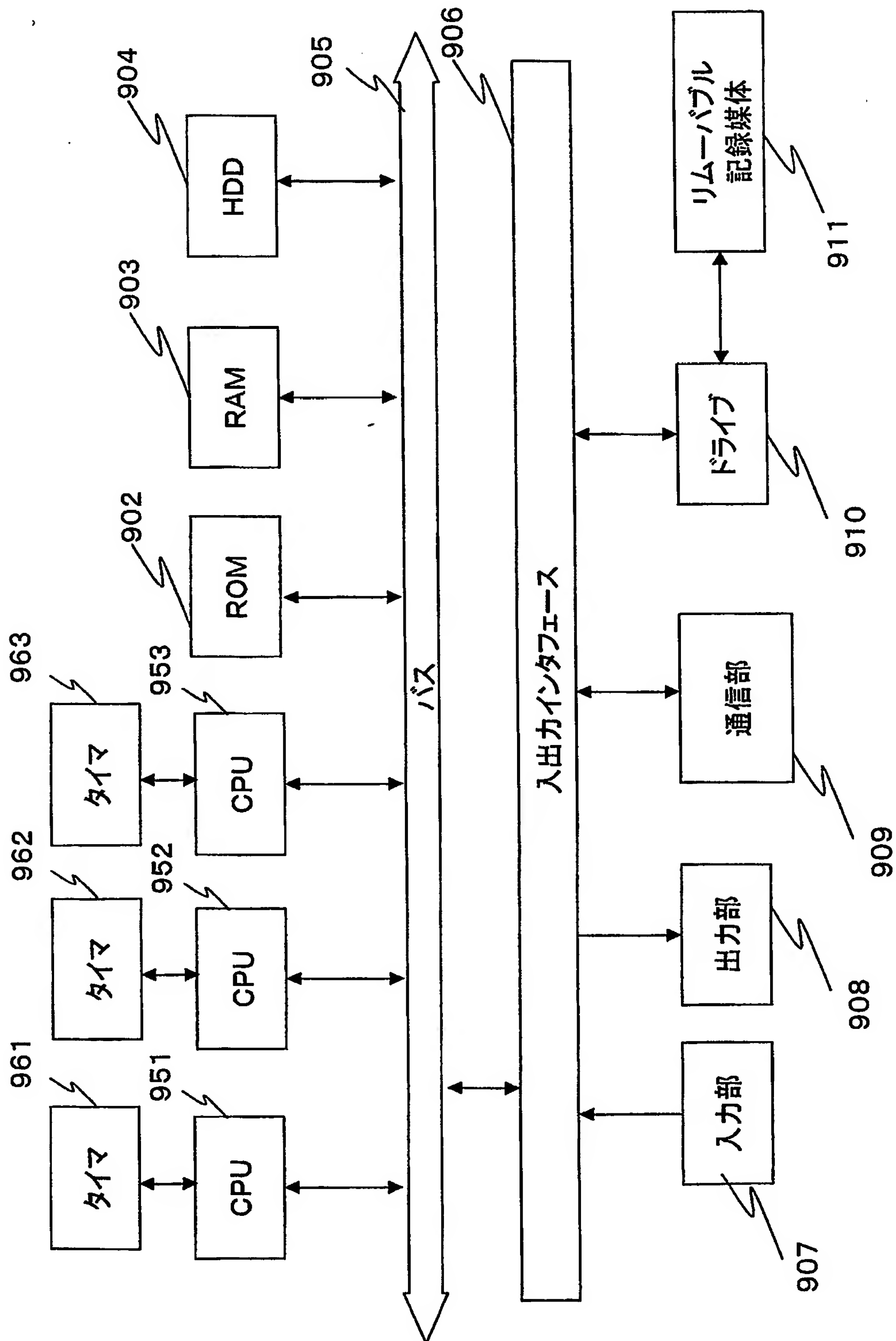
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数のオペレーティングシステム（OS）に対応する処理であるパーティション設定に基づく処理制御において、割り込み要求を効率的に処理可能とする構成を実現する。

【解決手段】 複数のOSに基づく処理を切り替え制御するプロセス制御において、割り込み処理要求に対応する割り込み処理実行期間としての割り込み処理パーティションを、予め設定されたパーティション切り替えタイミングに一致させて設定する構成とした。また最大許容遅延時間、最小許容遅延時間を考慮して処理スケジュールを設定する。本構成により、パーティション切り替え処理の増加を基本的に1回のみに抑えることが可能となり、効率的なデータ処理が可能となる。

【選択図】 図3



特願 2 0 0 3 - 1 5 7 5 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
氏 名	ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**